00405/1951
II

URANIA

CZASOPISMO ASTRONOMICZNE POPULARNO-NAUKOWE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XXII LISTOPAD—GRUDZIEŃ 1951 Nr 11-12

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA

TREŚĆ Nr 11-12:

ARTYKUŁY

Józef Witkowski: Reforma Kopernika 225
W. Iwanowska: Astronomia radiowa 232
A. Strzałkowski: Co nam mówią prążki w widmie gwiazdy . 243

KRONIKA

Odkrycie nowej komety (1951 i). — „Przedwczesne" odkrycie komety. — Nowa gwiazda w Orle. — Przyznanie nagród imienia F. A. Bredichina. — 50-lecie Obserwatorium im. Engelhardta. — Konferencja w sprawach spektroskopii gwiazd. — Ruchy własne podkarłów. — Rekonstrukcja instrumentarium M. Kopernika. . 252

OBSERWACJE

B. Luska, J. Pokorny, L. Liszka, J. Bruner: Obserwacje bolidów 262

Z KORESPONDENCJI 263

KRONIKA ŻAŁOBNA 264

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY 266

ERRATA 272

FUNDUSZ BUDOWY LUDOWEGO OBSERWATORIUM . . . 272

FUNDUSZ „URANII" 272

Rycina na okładce:

Grupa plam słonecznych zdjęta 100-cm refraktorem Obserwatorium Yerkes'a. W dolnej prawej części fotografii widać wyraźnie granulację.

ROK XXII LISTOPAD—GRUDZIEŃ 1951 Nr 11-12

URANIA

CZASOPISMO ASTRONOMICZNE
POPULARNO - NAUKOWE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

wychodzi dnia 25 każdego parzystego miesiąca

KRAKÓW 1951

Pismo zalecone reskryptem Ministerstwa Oświaty z dnia 20. X. 1950 roku, Nr 0c-506/50, jako pożądane w bibliotekach licealnych i nauczycielskich.

JÓZEF WITKOWSKI

REFORMA KOPERNIKA

Światopogląd antycznej kultury znalazł swój definitywny wyraz w układzie Ptolemeusza, astronoma aleksandryjskiego z II w. po Chr. Jego słynne dzieło znane pod nazwą arabską »Almagest« lub „μεγάλη σύνταξις" służyło w przeciągu 14 wieków za podstawowy podręcznik astronomii i stało się dzięki temu swego rodzaju biblią tej nauki. Ujęta została w nim teoria pozornych ruchów ciał niebieskich, tj. ruchów, jakie Słońce, Księżyc, planety i gwiazdy wykazują na sklepieniu nieba. Ten foronomiczny charakter podejścia do zagadnienia ruchu był naturalnym, koniecznym i pierwszym etapem na drodze do rozwiązania tego zawiłego zagadnienia.

Teoria Ptolemeusza opierała się na dwóch zasadach greckiej filozofii: antropocentryzmie i koncepcji doskonałości przyrody a także figur geometrycznych. Stąd jako konsekwencja wynikały: geocentryczność układu świata i konieczność ruchów kołowych i jednostajnych dla ciał niebieskich. Wychodząc z tych założeń Ptolemeusz skonstruował dość prosty model mechaniczny, który pozwalał mu odtwarzać czasowo i przestrzennie na sferze ruchy pozorne ciał niebieskich, przy czym zgodność z obserwacją była zadowalająca w granicach ówczesnej dokładności spostrzeżeń. Model ten przedstawiał pozorne ruchy planet jako kombinacje ruchów kołowych. Każda planeta porusza się w nim ruchem jednostajnym po obwodzie koła, zwanego epicyklem. Środek epicykla ze swej strony przemieszczał się dokoła Ziemi po obwodzie drugiego, większego koła, zwanego deferentem i przy tym też ruchem jednostajnym. Środek

całego układu znajdował się w środku nieruchomej Ziemi. Dokoła niej mieściły się deferenty Księżyca, Merkurego, Wenus, Słońca, Marsa, Jowisza i Saturna. Księżyc i Słońce przesuwały się bezpośrednio po obwodzie swych deferentów. Po deferentach planetarnych przemieszczały się środki epicyklów, a dopiero po ich obwodach poruszały się właściwe planety. Promienie epicyklów Marsa, Jowisza, Saturna były zawsze równoległe do linii Ziemia—Słońce, na skutek czego ruch tych planet po epicyklach miał okres roczny. Środki zaś epicyklów opisywały swe deferenty w okresie obiegu odnośnej Planety dokoła Słońca.

Inaczej miały się rzeczy dla Merkurego i Wenus. Ptolemeusz umieścił deferenty tych planet wewnątrz orbity Słońca. Środki ich epicyklów leżały na linii Ziemia—Słońce i obiegały swój deferent w okresie rocznym, natomiast planety przemieszczały się po swych epicyklach w okresie obiegu danej planety dokoła nieba.

Za deferentem Saturna znajdowała się 8 sfera — sfera gwiazd stałych — *coelum stellarum fixarum* — w postaci sfery kryształowej z przytwierdzonymi do niej gwiazdami; ruch jej dokoła Ziemi odbywał się w okresie dobowym i odtwarzał pozorny ruch dzienny sklepienia nieba.

Dla uzyskania zgody z obserwacją Ptolemeusz musiał przyjąć, że zarówno epicykle jak i deferenty miały położenie mimośrodowe. W miarę tego jak zwiększała się dokładność obserwacji, trzeba było dodawać dalsze i dalsze epicykle. System stawał się coraz bardziej skomplikowany: po obwodzie deferenta poruszał się środek pierwszego epicyklu, po jego obwodzie środek drugiego epicyklu itd. i dopiero po obwodzie ostatniego epicyklu biegła sama planeta. Tak właśnie postępowali spadkobiercy Ptolemeusza: astronomowie arabscy. Machina nieba przeobrażała się w zawiły mechanizm zegarowy, składający się z wielu dziesiątków kół.

Zawiłość systemu wzbudzać musiała podejrzenie co do słuszności jego podstawowych zadań. Tak król Alfons Kastylski, zwany Mądrym, miał się wyrazić na zwołanym przez siebie w połowie XIII wieku Kongresie Astronomów, że gdyby był obecny przy tworzeniu świata, to poradziłby Stwórcy mniej zawiły ustrój planetarny. Śmiałość poglądów przypłacił utratą korony.

Zastanówmy się nad sensem matematycznym systemu Ptolemeuszowego.

Przedstawia on ruchy pozorne ciał niebieskich na sferze przy pomocy ruchów kołowych. Wyrażając się matematycznie, zastępuje on funkcję okresową sumą funkcji kołowych, czyli

posługuje się rozwinięciem w szereg Fourier'a. Rozwiązanie Ptolemeusza jest więc formalnie całkiem poprawne. W tym tkwi jego siła, bo pozwala ono zwiększać dowolnie dokładność przez uwzględnianie coraz to dalszych wyrazów szeregu, ale jednocześnie przejawia się i jego słaba strona, gdyż dostosowalność do rzeczywistości jest natury formalnej i nie pozwala wyjść poza zakres postulowanych ruchów kołowych i wniknąć w istotę zjawiska ruchów planetarnych.

Zdolność dopasowywania teorii do obserwacji zapewniła długowieczność systemowi, który przetrwał wieki, będąc formalnie zawsze w zgodzie ze spostrzeżeniami astronomicznymi. W zaklęciu swych kręgów powstrzymywał jednak myśl badawczą od poznawania prawdy. Stawał się systemem bezpłodnym, zasklepionym w samym sobie, o wzrastającej inercji ideowéj. Wreszcie system ten przeżył siebie samego. Nastąpiła konieczność przejścia do nowych form i to natury rewolucyjnej. Ale do tego potrzebny był reformator — myśliciel, matematyk i astronom w jednej osobie, umysł bystry, śmiały, rewolucyjny, który jednym uderzeniem potrafiłby zburzyć stary układ świata i potęgą swej myśli stworzyć nowy. Takim właśnie był Mikołak Kopernik, kanonik fromborskiej kapituły.

Na łożu śmierci w dniu 24 maja 1543 r. odebrał on stygnącą ręką świeżo wydrukowany egzemplarz swego nieśmiertelnego dzieła »De Revolutionibus Orbium Coelestium«, które goniec miał mu przywieźć z drukarni z Norymbergi. Być może, że jest to legenda, ale jakże wymowna i symboliczna. Rozstający się ze światem mędrzec oddaje ludzkości wielkie swe dzieło, owoc długoletnich rozmyślań i rozważań, dzieło doskonałe i głęboko przemyślane we wszystkich szczegółach. Kopernik zdawał sobie sprawę, że niewielu ze współczesnych zrozumie treść i znaczenie dokonanej przez niego reformy, toteż w przedmowie do »De Revolutionibus...« umieścił on następujące zdanie: »jeśli się przypadkiem znajdą lekkomyślni, którzy nieobeznani z żadną częścią matematyki, zechcą wszelako o każdej sąd swój dawać, powołując się na pewne miejsce Pisma św., źle do tego celu naciągnięte, i ośmielą się dzieło moje ganić i potępiać, oświadczam: iż o takich wcale nie dbam, tak dalece, że nawet ich sądem, jako płochym, gardzę... prawdy matematyczne mogą tylko matematycy roztrząsać«.

Dzieło swoje Kopernik podzielił, podobnie jak Ptolemeusz, na sześć ksiąg. W pierwszej księdze naucza, że świat jest kulisty, że Ziemia jest także kulista, że bieg ciał niebieskich jest wieczny, jednostajny i kołowy. Księga druga zawiera naukę o obrocie pozornym sfery nieba w wyniku ruchu wirowego dziennego Ziemi dokoła osi. W dalszych księgach Kopernik roz-

patruje szczegóły ruchu orbitalnego Ziemi, teorię biegu Księżyca, a także pięciu planet w długości i szerokości.

Nauka Kopernika oparta jest na zasadzie względności ruchu i zasadzie harmonii całości i prostocie tłumaczenia zjawisk przyrody. Zasada kinematycznej względności była obca dla astronomii i fizyki starożytności i odkrycie jej dało Kopernikowi klucz do rozwiązania zagadnienia ruchów na niebie. Stosuje on swą zasadę przede wszystkim do dziennego obrotu sklepienia nieba. »Dlaczego nie przyznać, mówi on, że ruch sklepienia nieba jest tylko pozorny, a że w rzeczywistości obraca się sama Ziemia, i że zachodzi zjawisko podobne do tego, o którym wspomina Wirgiliusz w »Eneidzie« — »Okręt wypływa z portu, i nam się wydaje, że to ląd i miasta odsuwają się od nas«.

Trudniejsze było zagadnienie ruchu postępowego Ziemi po orbicie, ale i tu Kopernik z całą ścisłością udowodnił, że pozorny, roczny ruch Słońca na sklepieniu nieba jest tylko odbiciem ruchu Ziemi, a więc ruchem paralaktycznym. Ruch orbitalny Ziemi dał też rozwiązanie zagadki ruchów planetarnych. Na ruch własny planety na niebie, będący następstwem jej ruchu orbitalnego, nakłada się jej ruch paralaktyczny, spowodowany ruchem Ziemi po orbicie. Zagadkowe cofanie się planet na niebie, ich chwilowa nieruchomość, kształt opisywanych przez nie pętli, stały się naturalne i zrozumiałe. Wyjaśniły się też zagadkowe poprzednio osobliwości systemu Ptolemeuszowego, jak wspomniany już poprzednio fakt, że promienie wodzące planet zewnętrznych w ich epicyklach są zawsze równoległe do linii Ziemia—Słońce, że rozmiary epicykli planet zewnętrznych ubywają od Marsa do Saturna, że środki epicykli Merkurego i Wenus leżą zawsze na linii Ziemia—Słońce, że ruchy Słońca i Księżyca odbywają się tylko w jednym kierunku i nie ma tu cofania się, jak u planet.

W przeciągu długich wieków astronomowie studiowali, komentowali i wykładali doktrynę Ptolemeusza, ale nikt przed Kopernikiem nie zastanawiał się nad tymi osobliwościami systemu, nikt nie odważył się pozbawić Ziemi jej tradycyjnego, centralnego położenia i przenieść ją do rzędu planet. Świadczy to o tym, że większość ludzi nie potrafi myśleć samodzielnie i zadowala się gotowym schematem myślowym. Ten kto dąży do prawdy winien być swobodnej myśli, jak wyraził się Retyk, komentator Kopernika.

Epicykle Marsa, Jowisza i Saturna są pochodzenia paralaktycznego i w nich odbija się ruch Ziemi po orbicie, po *orbis magnus*, jak wyraża się Kopernik. To samo odnosi się do deferentów Merkurego i Wenus. Dzięki temu można było po raz

pierwszy w historii myśli ludzkiej wyznaczyć odległości planet od Ziemi, a więc i od Słońca, naturalnie w jednostkach promienia *orbis magnus*. Kopernik ugruntował więc nie tylko harmonię ruchów, ale również i odległości planet.

Świat planetarny przyjął swe istotne oblicze, ze Słońcem jako ciałem centralnym i planetami krążącymi dokoła niego w ustalonej kolejności. W tym tkwi wielka zasługa Kopernika; ustalonego przez niego porządku nikt nigdy już nie zmieni i nie przekreśli.

Kopernik potrafił również wyjaśnić kinematyzm cofania się punktów równonocnych, tłumacząc go bardzo wolnym przemieszczaniem się osi ziemskiej po pobocznicy stożka, odbywającym się zgodnie z ruchem strzałki zegarowej. Tak zwana 9 sfera stała się więc zbędna, jak zbędnymi stały się koła epicykliczne. Z Ptolemeuszowej lepianki sfer i kół geniusz Kopernika wydobył przestrzenny, harmonijny ustrój, w którym »in medio vero omnium residet Sol«. Całe kunsztowne rusztowanie Ptolemeusza potrzebne było tylko dlatego, że ruchy pozorne, natury paralaktycznej, przyjmowane były za rzeczywiste.

Kopernik, pierwszy z astronomów, żądał, aby teoria nie była abstrakcją, lecz była zgodna z realną rzeczywistością i zasadą ekonomii myśli. Przez to postulował on istnienie obiektywnego, niezależnego od człowieka porządku rzeczy, który winien znaleźć swój adekwatny odpowiednik w naszych konstrukcjach myślowych. Jest to jasne, naukowo-przyrodnicze podejście do ostaczającego nas świata. Tu właśnie leży różnica filozoficznych poglądów nowej i starej nauki. System Ptolemeusza wychodził z fałszywych przesłanek i przez to był daleki od poznania istoty rzeczy. Dążył do zgody zewnętrznej i czysto formalnej w tłumaczeniu zjawisk astronomicznych.

Ironia losu sprawiła, że ten sprzeczny z myślami i treścią dzieła Kopernika pogląd starożytnej astronomii znalazł swój wyraz w przedmowie do »De Revolutionibus...« napisanej bezimiennie przez O s y a n d r a, wydawcę tego dzieła. Uczynić miał to Osyander w tym celu, aby złagodzić nową naukę w oczach tych, których ona razić mogła, stwarzając pozory, że Kopernik uważał biegi Ziemi jako przypuszczenie, a nie za prawdę niezbitą. Przytoczę tu ustęp z przedmowy Osyandra, ze względu na to, że podobne poglądy na teorie naukowe nie są obce i naszym czasom. »Żadne rozważania nie pozwalają astronomom dotrzeć do rzeczywistej przyczyny ruchu ciał niebieskich, to też zmuszeni są oni do układania hipotez dowolnych, które pozwoliłyby im, posługując się geometrią, obliczać ruchy cial

niebieskich, jak dla czasów minionych tak i przyszłych. I nie ma potrzeby, aby te hipotezy były prawdziwe, wystarczy, aby rachunki, na ich podstawie wykonane, prowadziły do wyników zgodnych z obserwacją«.

Ani przedmowa Osyandra, ani też przedmowa samego Kopernika skierowana do papieża Pawła III nie uratowały »De Revolutionibus...« przed obskurantyzmem doktrynerów. Dzieło znalazło się wkrótce na indeksie ksiąg zakazanych. Dekret Zgromadzenia Kardynałów z dnia 5 marca 1616 r. zabrania »De Revolutionibus...« dopóki nie będą poprawionymi; dopiero w roku 1828 zostało dzieło Kopernika usunięte z indeksu *librorum prohibitorum*. Długie lata minęły nim poglądy Kopernika uzyskały powszechne prawo obywatelstwa. W Uniwersytecie Jagiellońskim wykładano do czasu Jana Śniadeckiego teorię Ptolemeusza. W najstarszych uniwersytetach Stanów Zjednoczonych A. P. — Harvard i Yale, system Kopernika był wykładany na równi z systemem Ptolemeusza jeszcze z końcem XVIII stulecia.

Co pozostało obecnie z nauki Kopernika? Należy w niej odróżnić podany przez niego układ planetarny od jego teorii ruchu planet. Obraz ogólny naszego układu i przestrzenne rozmieszczenie planet wyłuszczone przez Kopernika z ruchów pozornych, dzięki zastosowaniu odkrytej przez niego zasady kinematycznej względności, należą do podstaw dzisiejszej astronomii. Natomiast teoria ruchu planet ma tylko znaczenie historyczne. Sam obraz kinematyczny naszego układu planetarnego, jak go przedstawia Kopernik, jest tylko pierwszym przybliżeniem do rzeczywistości. Orbity planet nie są kołami i ruch planet nie jest jednostajny. Dopiero K e p l e r rozwiązał prawidłowo kinematyczną, a N e w t o n dynamiczną stronę zagadnienia. Teoria grawitacji Newtona była wspaniałym potwierdzeniem układu heliocentrycznego, to jest układu Kopernika; w równym stopniu odkrycia zjawisk aberacji, paralaksy rocznej gwiazd i szybkości radialnych mierzonych spektroskopem, były triumfem systemu Kopernika.

Od czasu powstania ogólnej teorii względności wypowiadane są niekiedy poglądy, że z punktu widzenia tej teorii jest rzeczą obojętną, czy Ziemia wiruje dookoła osi, czy też cały Kosmos dokoła Ziemi, innymi słowy, że układ Ptolemeusza jest równie dobry, jak i układ Kopernika.

Na pytanie, czy Ziemia obraca się dokoła swej osi w stosunku do układu gwiazd, czy odwrotnie, układ gwiazdowy wiruje dokoła nieruchomej Ziemi, może dać odpowiedź tzw. zdrowy rozsądek, ten sam, do którego apelował przed czterema wiekami Kopernik. Założenie, że wiruje mała Ziemia, a nie wielki Ko-

smos, wydaje się bardziej proste i naturalne. Relatywiści są mniemania, że to jedyny argument na korzyść Kopernika. Jest w tym pewna racja, o ile mamy zadowolić się czysto formalnymi wnioskami, wypływającymi ze wzorów teorii względności. Ale nawet zagorzały wyznawca formalizmu relatywistycznego będzie musiał przyznać, że negacja ruchu obrotowego Ziemi pociąga za sobą trudności i sprzeczności. Rosnące w nieskończoność w miarę oddalania się od Ziemi szybkości liniowe, jak również i siły odśrodkowe, są następstwem założenia wirującego Kosmosu, następstwem sprawiającym nie mało kłopotu relatywistom. Jeżeli dołączymy do tego jeszcze fakt, że ruch wirowy Ziemi może być stwierdzony i zmierzony drogą eksperymentu fizycznego, to trudności rosną i relatywiści muszą albo uznać istnienie ruchu wirowego Ziemi w odniesieniu do lokalnego układu inercyjnego, albo szukać ratunku w ryzykownym formalizmie matematycznego rusztowania teorii względności. Relatywizm nie zdołał więc obalić Kopernika.

Poza reformą astronomii, doktryna Kopernika przyniosła ludzkości przewrót w poglądach filozoficznych.

W drzewie genealogicznym nauk filozofia jest pięknym kwiatem, czerpiącym swe życiodajne soki z tego drzewa wiedzy. Toteż i kształt i barwa tego kwiatu są wrażliwe na wszelkie zmiany, jakie zachodzą w poszczególnych gałęziach wiedzy. Tak długo jak kwiat jest żywy, musi on wciąż ulegać zmianom — stąd zmienność systemów filozoficznych.

Podczas długich wieków średniowiecza, nauki, a wraz z nimi i filozofia, stanęły w swym rozwoju pod gniotącym ciężarem dogmatów i nauki Arystotelesa. Pozbawiona wolności myśl ludzka zaczęła krążyć po rozstajnych drogach, które doprowadziły ją do patologicznych halucynacyj, tortur i stosów. Dopiero epoka Odrodzenia ze swymi wzniosłymi hasłami i radością życia, zapoczątkowała ruch wyzwolenia. Jak wyraża się Engels »Był to największy postępowy przewrót, jaki kiedykolwiek przeżyła ludzkość, epoka, której potrzebni byli tytani myśli, uczuć, charakteru i wielostronnej wiedzy. Tacy tytani znaleźli się. Jednym z nich był Mikołaj Kopernik. Rewolucyjnym aktem, którym nauki przyrodnicze ogłosiły swą niezależność, było wydanie nieśmiertelnego dzieła, w którym Kopernik rzucił rękawicę autorytetowi Kościoła w sprawach nauk przyrodniczych«. Tak mówi Engels.

Znaczenie odkrycia Kopernika dla naszego światopoglądu jest olbrzymie.

Więzień Ziemi ciałem i myślami, otoczony sferami kryształowymi, człowiek epoki przed-kopernikańskiej posiadał z ko-

nieczności cechy więźnia pod względem umysłowości, psychologii i charakteru. Otaczający go świat był nieznany i tajemniczy. Wszystko możliwe i niemożliwe mogło się tam mieścić. Toteż niebo gwiaździste było źródłem mistycznych wierzeń i zabobonów.

Dopiero Kopernik wskazał drogę ku naukowemu zbadaniu przestrzeni Kosmosu.

Idąc tą drogą dotarliśmy dziś do granic widzialnego przy pomocy naszych teleskopów świata; rozmiary jego przewyższają co najmniej 100 miliardów razy układ planetarny, tj. Świat Kopernika.

W tym wielkim Wszechświecie żyje dzisiejszy człowiek: jest on obywatelem tego Kosmosu uprawnionym do czerpania z niego niezliczonych bogactw w postaci energii.

W tym Wszechświecie nie zajmujemy uprzywilejowanego położenia — Ziemia nasza jest jedną z wielu planet, Słońce nasze jest jedną z niezliczonych gwiazd i to gwiazdą przeciętną, nasza Galaktyka jest również jedną z wielu galaktyk nieba; być może, że i my nie jesteśmy sami, jako istoty myślące.

Aby lepiej poznać ten Świat, aby stać się jego pełnowartościowymi obywatelami, musimy jeszcze odbyć daleką drogę, lecz dokąd nie zwrócimy się na szlakach nieba, wszędzie towarzyszyć nam będzie Cień Wielkiego Kopernika!

W. IWANOWSKA

ASTRONOMIA RADIOWA

Z pewnością zdarza Ci się, miłośniku gwiazd, siadywać w pochmurne wieczory przy odbiorniku radiowym i kręcić gałką poprzez wszystkie zakresy długości fal, szukając na chybił-trafił czegoś godnego słuchania. Schodzisz na fale krótkie: 100 metrów, 50, 30, 20... Czy uświadamiasz sobie wówczas, że włączyłeś się w zakres fal kosmicznych, że wśród hałasu ziemskich stacyj krótkofalowych mówi do Ciebie Twój Wszechświat? Gdybyś wytężył słuch — nie, gdybyś ulepszył swój odbiornik, — usłyszałbyś jego mowę. Dla laika jest to mowa nieartykułowana, poprostu — szmery; nad rozszyfrowaniem ich pracują usilnie od lat kilkunastu ekipy radiotechników i astronomów, głównie w Związku Radzieckim, Anglii i Stanach Zjednoczonych. Wyniki tych badań, ogłaszane w pracach naukowych i artykułach, tworzą już dzisiaj osobną gałąź astronomii — astronomię radiową. Właściwie badacze ci nie na słuch odbierają sygnały niebieskie, lecz posługują się przy-

rządami rejestrującymi moc w antenie, podobnie jak astronomowie, pracujący w zakresie fal świetlnych, rzadko oglądają gwiazdy okiem, posługując się częściej kliszą fotograficzną i fotometrem.

Pierwszy odkrył fale radiowe,pochodzące ze źródeł pozaziemskich, K. G. Jansky w r. 1932. Badając przy pomocy anteny kierunkowej zależność hałasów atmosferycznych od kierunku, na fali długości 15 m, wykrył on jakieś obce sygnały; systematyczne obserwacje wykazały, że natężenie tych sygnałów zmienia się periodycznie w okresie doby gwiazdowej. Stąd Jansky wywnioskował, że źródłem ich jest Droga Mleczna. Właściwy rozwój astronomii radiowej przypada na okres drugiej wojny światowej i lata powojenne, wiążąc się ściśle z postępami techniki radarowej.

Zastosowanie odbiornika radiowego, a raczej radarowego, do badania ciał niebieskich stanowi przełom w dziejach astronomii o doniosłości porównywalnej z wynalazkiem lunety w XVII w., lub zastosowaniem spektroskopu w XIX w. Znaczenie tego przełomu polega nie tylko na tym, że udostępnia on badaniom nowy zakres widma znanych ciał niebieskich, lecz głównie na tym, że w zakresie tym można badać takie obiekty, które są trudne do obserwacji w zakresie światła. Dotyczy to ośrodków silnie rozrzedzonej i zjonizowanej materii, jak np. korona słoneczna, otoczki gwiazd, pewne obszary materii międzygwiazdowej. Wynika to z pewnych właściwości promieniowania, stwierdzonych doświadczeniem i uzasadnionych teorią, które tutaj pokrótce rozważymy.

Metodyka badań

Promieniowanie radiowe jest promieniowaniem elektromagnetycznym, zasadniczo więc posiada te same własności, co światło, różniąc się tylko długością fali. Ponieważ jednak różnica ta jest bardzo znaczna (długości fal świetlnych są rzędu 0,00005 cm, długości kosmicznych fal radiowych wynoszą od 1 cm do 100 m), powoduje ona w niektórych zjawiskach jak gdyby odmienne zachowanie się fal radiowych i świetlnych. Dotyczy to w pierwszym rzędzie załamania i uginania się fal.

Teoria elektromagnetyczna promieniowania przewiduje, że promieniowanie nie może przechodzić przez ośrodek zjonizowany o gęstości przekraczającej pewną graniczną wartość. Granica ta jest tym wyższa, im krótsza jest długość fali. Dla promieniowania świetlnego jest ona tak wysoka, że światło nie ma trudności w przenikaniu przez ośrodki nawet tak gęste jak wnętrza gwiazd. Natomiast dla promieniowania radiowego

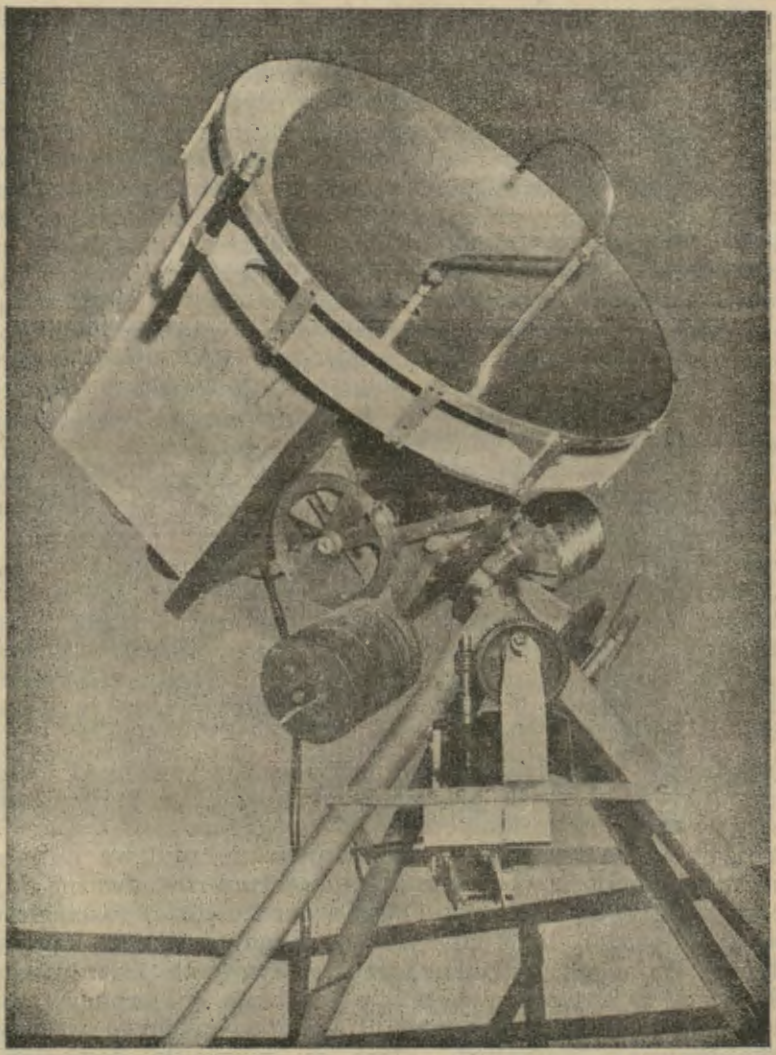
ograniczenie to staje się odczuwalne: dla fal centymetrowej długości nie tylko wnętrze Słońca, ale i fotosfera jest niedostępna, mogą one powstawać w chromosferze i koronie; dla fal metrowych terenem dozwolonym jest tylko korona. Obecność pola magnetycznego pogłębia zasięg promieniowania radiowego; dzięki temu w obrębie plam słonecznych uzyskujemy głębsze „widzenie radiowe" niż poza nimi, nie sięga ono jednak prawdopodobnie w głąb fotosfery.

To ograniczenie tłumaczy, dlaczego fale radiowe mają inny teren zastosowań w badaniach ciał niebieskich niż świetlne: zewnętrzne, silnie rozrzedzone warstwy atmosfer gwiezdnych dochodzą do głosu w promieniowaniu radiowym dzięki „wyeliminowaniu" promieniowania fotosfery.

Ta sama przyczyna sprawia również, że nie wszystkie długości fal radiowych dochodzą z kosmosu do powierzchni Ziemi. W górnych regionach naszej atmosfery jest kilka warstw w znacznym stopniu zjonizowanych — tworzą one tzw. jonosferę. Jest ona nieprzenikliwa dla fal o długości większej niż 100 m. Jeżeli źródło takich fal znajduje się na Ziemi, jonosfera odbija je ku powierzchni Ziemi, ułatwiając odbiór fal radiowych z odległych stacyj; jeżeli zaś źródło długich fal znajduje się poza Ziemią, jonosfera nie dopuszcza ich do powierzchni. Oto dlaczego zakres obserwowalnego widma ciał niebieskich jest również ograniczony od strony długofalowej; granica leży około 100 m.

Druga własność promieniowania, zależna od długości fali — uginanie się fal — ma również swe konsekwencje w optyce fal radiowych. Wiązka promieniowania przechodząca przez otwór — np. otwór obiektywu lunety — nie zachowuje całkowicie prostoliniowego biegu, lecz ugina się na brzegach otworu. Skutkiem tego nie otrzymujemy nigdy w ognisku lunety punktowego obrazu gwiazdy, tylko mniej lub więcej rozlaną plamkę, nawet gdyby obiektyw był wolny od innych błędów optycznych. Kąt, o jaki się uginają promienie skrajne, jest tym większy, im większy jest stosunek długości fali do średnicy otworu. Dla wiązki światła, przechodzącej przez obiektyw o średnicy 20 cm, wynosi on $^1/_2''$. Gdybyśmy chcieli użyć reflektora tych samych rozmiarów do zogniskowania fal radiowych długości 1 cm (20 000 razy dłuższych niż świetlne), kąt ugięcia wyniósłby ok. 3°. Dokładność, z jaką moglibyśmy wyznaczyć położenie źródła fal radiowych na sferze niebieskiej byłaby więc ok. 20 000 razy mniejsza niż w wypadku fal świetlnych. Dwóch źródeł odległych kątowo mniej niż o 3°, nie bylibyśmy w stanie rozróżnić; powiedzielibyśmy, że zdolność rozdzielcza na-

szej aparatury jest mała. By ją powiększyć, musielibyśmy proporcjonalnie zwiększyć średnicę reflektora; a więc, chcąc uzyskać dokładność lokalizacji $^1/_2''$ dla fal o długości 1 cm, musielibyśmy użyć reflektora o średnicy 4 kilometrów. Oczy-



Rys. 1. Zmontowany paralaktycznie reflektor dla odbioru fal radiowych długości $1^1/_4$ cm.

wiście — jest to niewykonalne. Przy dzisiejszym stanie techniki astronomia radiowa osiąga przeciętną dokładność lokalizacji około $^1/_2{}^0$ — tyle, ile wynosi średnica Słońca. Dla fal najkrótszych, 1—10 cm, dokładność tę osiąga się przez stosowanie reflektorów parabolicznych, wykonanych z blachy lub drutu, o średnicach 1—10 m (rys. 1), zmontowanych paralaktycznie i opatrzonych w napęd, podobnych w zasadzie do teleskopów astronomicznych. W ognisku reflektora umieszcza się antenę lub falowód. Dla fal dłuższych uzyskuje się tę dokładność stosując pomysłowe urządzenie interferencyjne, podobne w zasadzie do interferometru Michelsona, używanego do pomiaru średnic gwiazd. Dwie jednakowe anteny (ewent. z lustrami) umieszczamy w odległości a od siebie na linii prostopadłej do kierunku obserwowanego obiektu (prostopadłej do płaszczyzny południka, jeżeli obserwujemy w południku); fale radiowe, pochodzące z obserwowanego źródła, odbierane przez obie anteny, sprowadzamy do interferencji w odbiorniku. Zdolność rozdzielcza takiego urządzenia jest taka, jak gdybyśmy użyli reflektora o średnicy równej a. Umieszczając anteny w odległości 100 m, co się da bez trudu wykonać, uzyskujemy dokładność lokalizacji $^1/_2{}^0$ dla fal o długości 1 m.

Wysiłki nad udoskonaleniem metod astronomii radiowej idą zasadniczo w dwóch kierunkach: zwiększenia zdolności rozdzielczej aparatury (czyli tzw. kierunkowości), o której była mowa wyżej, oraz zwiększenia czułości odbiornika, ponieważ dochodzące do nas promieniowanie radiowe ciał niebieskich jest bardzo słabe. Natężenie jego jest tego rzędu co tzw. szmer odbiornika, którego źródłem są lampy i opory aparatu. Te same postulaty stawia sobie technika radarowa, dlatego też rozwój i zdobycze astronomii radiowej szły ściśle w parze z postępami tej gałęzi techniki.

Natężenie promieniowania radiowego, wysyłanego przez ciała niebieskie przyjęto określać w stopniach tzw. temperatury równoważnej: jest to temperatura bezwzględna ciała doskonale czarnego, które wysyłałoby promieniowanie radiowe o natężeniu równym obserwowanemu. Temperatura równoważna daje się wyznaczyć bądź dla ośrodków o bardzo dużej rozciągłości (Droga Mleczna), bądź dla ciał o znanej średnicy kątowej (Słońce). W innych wypadkach poprzestajemy na podaniu wartości mocy w antenie jako miary natężenia odbieranego promieniowania. Pomiar tej mocy (fotometria radiowa) wymaga wykalibrowania aparatury, które by pozwoliło wychylenia przyrządu rejestrującego przetłumaczyć na wielkości mocy. Metody tej kalibracji są wypracowywane i udoskonalane. Naj-

częściej stosowana metoda przełączania odbiornika na źródło fal o znanej mocy przypomina nawiązywanie pomiarów do źródeł o znanej jasności w fotometrii.

Widzimy zatem, że w obrębie metodyki badań promieniowania radiowego ciał niebieskich zarysowują się i rozwijają działy analogiczne do tych, jakie powstały w astronomii świetlnej:

1. Astrometria radiowa — lokalizacja źródeł promieniowania, pomiar średnic kątowych, wyznaczanie odległości (paralaks) tych źródeł.
2. Fotometria radiowa — pomiar natężenia promieniowania.
3. Spektrofotometria radiowa — pomiar natężeń dla różnych długości fali.

   Tu należy pamiętać, że wskutek ograniczenia możliwości rozchodzenia się fal radiowych w ośrodkach zjonizowanych, o którym była mowa wyżej, nie jesteśmy w stanie otrzymać widma tej samej warstwy ośrodka: każda długość fali pochodzi z innej głębokości, jeżeli gęstość ośrodka nie jest jednostajna, jak to ma miejsce w atmosferach gwiazd.
4. Polarymetria — wyznaczanie stopnia polaryzacji promieniowania radiowego. Rolę analizatorów spełniają obracane anteny liniowe, lub pary równoległych albo prostopadłych anten. Spotykamy się w praktyce z promieniowaniem radiowym niespolaryzowanym, lub spolaryzowanym kołowo.

W każdym z tych działów występuje szereg swoistych trudności metodologicznych lub technicznych. Na pokonywaniu tych trudności skupia się obecnie główny wysiłek radioastronomów, od powodzenia tych wysiłków w pierwszym rzędzie zależy dalszy rozwój astronomii radiowej.

Po tym krótkim przeglądzie metod astronomii radiowej przejdziemy do omówienia głównych wyników i prób ich interpretacji. Obserwacje radiowe koncentrują się dotychczas na następujących obiektach: a) Słońce, b) Radiogwiazdy, c) Droga Mleczna, d) Mgławice pozagalaktyczne.

Słońce

Po odkryciu promieniowania radiowego Drogi Mlecznej Jansky próbował wykryć swym aparatem promieniowanie radiowe Słońca. Próby te jednak nie dały pozytywnego wyniku i dopiero w r. 1945 Southworth'owi udało się zarejestrować promieniowanie radiowe Słońca na falach najkrótszych, 1—10 cm. Stało się to możliwe głównie dzięki zwiększeniu zdolności rozdzielczej aparatury (krótkie fale), która pozwoliła wyodrębnić Słońce z ogólnego „tła". Nie bez zna-

czenia była też faza aktywności Słońca: podczas gdy obserwacje Jansky'ego przypadały na minimum plam, Southworth obserwował w czasie bliskim maximum; obecność plam na tarczy Słońca wzmaga z reguły emisję promieniowania radiowego. W latach następnych, obejmujących ostatnie maximum aktywności Słońca, wielu badaczy (Hey, Reber, Ryle i in.) prowadziło systematyczne obserwacje radiowe Słońca w różnych zakresach długości fali. Wyniki tych badań prowadzą do rozróżnienia trzech rodzajów promieniowania radiowego Słońca:

a) Promieniowanie spokojne obserwuje się wówczas, gdy tarcza słoneczna jest wolna od plam. Natężenie tego promieniowania, wyrażone w stopniach temperatury równoważnej, wzrasta z długością fali, jak widać z następującej tabelki.

Długość fali	1 cm	10 cm	25 cm	60 cm	1,5 m	3,7 m	6,7 m
Temper. równoważna (°K)	10^4	8.10^4	2.10^5	$5{,}5.10^5$	6.10^5	$10\,6^6$	2.10^6

Rozkład natężeń tego promieniowania na tarczy słonecznej przedstawia się następująco (fale krótkie): w centralnej części dysku do odległości 0,7 promienia natężenie jest jednostajne, dalej ku brzegowi i poza brzegiem spada stopniowo, zanikając w odległości 1,5 promienia od środka tarczy. Potwierdza to przypuszczenie, że siedliskiem tego promieniowania nie jest fotosfera, lecz korona. Promieniowanie spokojne jest niespolaryzowane.

b) Promieniowanie wzmocnione. Gdy na tarczy Słońca występują plamy, promieniowanie radiowe staje się silniejsze. Współczynnik tego wzmocnienia rośnie z długością fali, dochodząc do wartości 2 dla fal najkrótszych, 100 — dla fal metrowych i 10^4 — dla długości fali 4 m. Natężenie promieniowania wzmocnionego ulega silnym fluktuacjom w czasie. Jest ono częściowo spolaryzowane kołowo. Źródła tego promieniowania lokalizują się w okolicy plam.

c) Promieniowanie wybuchowe. Obserwowano sporadyczne, kilkuminutowe wzmocnienia promieniowania radiowego Słońca, przeważnie towarzyszące erupcjom *(flares)*, z reguły zlokalizowane w okolicach plam.

Ukazał się cały szereg prac, poświęconych próbom interpretacji tych zjawisk. Sam fakt wysyłania przez Słońce promieniowania radiowego obok promieniowań elektromagnetycznych innych długości fali nie jest niespodzianką i nie stanowi problemu. Zagadką jest natomiast niezwykle silne natężenie tego promieniowania i to wymaga wyjaśnienia. Teorie spo-

kojnego promieniowania radiowego Słońca można podzielić na dwie grupy: 1) Teorie emisji termicznej (Ryle, Martyn i in.) zakładają, że w chromosferze i koronie panują bardzo wysokie temperatury (w chromosferze ok. 30 000°, w koronie ok. miliona stopni); warstwy te emitują w przybliżeniu jak ciała doskonale czarne; obserwowane natężenia są zgodne z tymi, jakie wysyłałyby ciała doskonale czarne o tak wysokich temperaturach. Wzrost natężenia z długością fali jest w tej interpretacji wyrazem wzrostu temperatury z wysokością, ponieważ, jak widzieliśmy poprzednio, krótsze fale pochodzą z warstw głębszych, dłuższe — z wyższych.

2) Teorie nietermiczne promieniowania nie zakładają istnienia bardzo wysokich temperatur w chromosferze i koronie Słońca, uciekają się natomiast do koncepcji specjalnych mechanizmów wprawiających elektrony w ruch drgający. Jedna i druga grupa teoryj wymaga przyjęcia mechanizmów, wprawiających elektrony w szybki ruch — w pierwszym wypadku ruch bezładny (cieplny), w drugim — skoordynowany. Czynnikiem przyśpieszającym elektrony może być przewidziane przez Alfven'a pole elektryczne, będące wynikiem istnienia pola magnetycznego Słońca i niejednostajnej (różnej dla różnych szerokości) rotacji.

Ponieważ szereg faktów z innych dziedzin wskazuje na to, że temperatura korony słonecznej jest w istocie bardzo wysoka — rzędu miliona stopni, pierwsza alternatywa, termicznej emisji spokojnego promieniowania radiowego Słońca, ma solidną podstawę. Nie znaczy to, że nie pozostawia ona żadnych wątpliwości, jak np. tę, że przyjęcie wzrostu temperatury z wysokością powinno pociągać za sobą wzmocnienie promieniowania ku brzegowi tarczy słonecznej, podczas gdy obserwuje się osłabienie.

Istnieje też kilka teoryj odnośnie promieniowania wzmocnionego, wszystkie one nawiązują do pola magnetycznego plam. Co do promieniowania wybuchowego, jest prawdopodobne, że powstaje ono na skutek silnego ruchu turbulencyjnego zjonizowanej materii w wyskokach, towarzyszących erupcjom słonecznym. Z opóźnień, z jakimi wybuchy promieniowania różnych długości fali następują po ukazaniu się erupcji, można oceniać szybkość wznoszenia się tych wyskoków: otrzymane wartości — rzędu 300 km/sek — są w zgodzie z bezpośrednio obserwowanymi szybkościami wyskoków erupcyjnych.

Po osiągnięciu maximum w r. 1949 aktywność Słońca obecnie spada, a z nią słabnie też nasilenie „niespokojnych" promieniowań radiowych. To też po wielkiej ofensywie na Słońce

obecnie centrum zainteresowania astronomów radiowych przenosi się na inny teren, na tzw. radiogwiazdy.

Radiogwiazdy

Najbardziej sensacyjnym z dotychczasowych odkryć astronomii radiowej są niewidzialne obiekty rozsiane po sferze niebieskiej wysyłające silne promieniowanie radiowe. Nazwano je radiogwiazdami, chociaż o ich naturze niewiele jeszcze wiemy. Zaczęło się od spostrzeżenia dokonanego w roku 1946 co do zmienności promieniowania radiowego z pewnej okolicy Drogi Mlecznej w gwiazdozbiorze Łabędzia. W miarę powiększania zdolności rozdzielczej aparatury zdołano określić z coraz większą dokładnością położenie tego źródła zmiennego promieniowania i jego średnicę. Obecnie można powiedzieć, że średnice radiogwiazd nie przekraczają 1′. A zatem nie są to okolice Drogi Mlecznej, lecz oddzielne obiekty. W latach następnych wykryto szereg dalszych radiogwiazd, obecnie znanych jest kilkadziesiąt takich obiektów (gdy artykuł ten dojdzie do rąk czytelnika, liczba ta będzie z pewnością znacznie przekroczona). Żadna z radiogwiazd nie pokrywa się z jakąkolwiek znaną gwiazdą jaśniejszą od 11 wielkości. Jedna zgadza się co do położenia z mgławicą Kraba, druga — z pewną ex-supernową, trzecia — z mgławicą galaktyczną. Koincydencje te uważa się raczej za przypadkowe. Robiono próby wyznaczenia odległości najsilniejszych radiogwiazd tą samą metodą trygometryczną, jaką się wyznacza odległości (paralaksy) gwiazd, wyznaczając ich położenia w odstępach $^1/_2$ roku. Okazało się, że odległości tych radiogwiazd są większe niż 2.10^{16} cm. Dla porównania przypominamy, że odległość Ziemi od Słońca wynosi $1{,}5.10^{13}$ cm najbliższej zaś gwiazdy — 3.10^{18} cm. A zatem radiogwiazdy leżą poza naszym układem planetarnym. Pozorne rozmieszczenie ich na niebie jest podobne do rozkładu jasnych gwiazd. Temperatur równoważnych radiogwiazd wyznaczyć nie można, ponieważ nie znamy dokładnie średnic kątowych, można jedynie określić dolną granicę, wynosi ona 10^{11} stopni dla fal kilkumetrowych. Mamy tu więc do czynienia z emisją przewyższającą setki tysięcy razy promieniowanie spokojne Słońca. Pod względem innych cech (stałość natężenia) promieniowanie radiogwiazd jest podobne do spokojnego promieniowania Słońca. Aby zbadać przyczyny zmienności obiektu w Łabędziu oraz innych radiogwiazdach „zmiennych", obserwowano je równocześnie z różnych miejsc odległych od siebie, bądź też obserwowano równocześnie dwa różne obiekty z tego samego miejsca. Pozwala to ustalić, czy źródło zmienności znajduje się w atmo-

sferze naszej Ziemi, czy też w radiogwiazdach. W rezultacie wykryto zmienność dwóch rodzajów: krótkotrwałe (10—20 sek.) wzmocnienia pochodzące z radiogwiazd i nieregularną zmienność podobną do migotania gwiazd, mającą swe źródło w jonosferze Ziemi (warstwa F). Amplituda tej zmienności zmienia się okresowo w ciągu doby słonecznej, osiągając maximum w godzinę po północy lokalnej. Przypuszcza się, że przyczyną tej okresowości jest efekt bombardowań jonosfery przez cząstki materii międzygwiazdowej, powodujących większe lub mniejsze zmiany w stanie zjonizowania jonosfery. Obserwacje „migotania" radiogwiazd mogą się okazać pożytecznym środkiem do badań stanu jonosfery ziemskiej. Radiogwiazdy stanowią zagadkowy problem, któremu astronomia radiowa poświęci z pewnością wiele wysiłków i uwagi. W tej chwili przedstawiamy je sobie jako gwiazdy o bardzo słabym promieniowaniu świelnym fotosfery i bardzo silnym promieniowaniu radiowym korony.

Droga Mleczna

Chronologicznie Droga Mleczna była pierwszym obiektem obserwacyj radiowych. Bardzo wcześnie stwierdzono, że promieniowanie kosmiczne koncentruje się około płaszczyzny Drogi Mlecznej i jest najsilniejsze w okolicy środka Galaktyki, w gwiazdozbiorze Strzelca. Rozkład widmowy promieniowania Drogi Mlecznej wykazuje wzrost natężenia z długością fali, jak widać z następującej tabelki:

Długość fali	60 cm	1,8 m	10 m
Temperatura równoważna (°K)	30	10^8	10^5

Poniżej długości fali 60 cm promieniowania nie wykryto. Początkowo przypuszczano, że źródłem emisji radiowej Drogi Mlecznej jest materia międzygwiazdowa, wskazywano nawet proces, znany fizyce, przejść wolnych elektronów w sąsiedztwie dodatnio naładowanych jonów; w wyniku takiego przejścia elektron zmienia kierunek swego ruchu i może utracić część swej energii kinetycznej, przy czym powstaje emisja kwantu promieniowania. Znowu jednak wyłoniła się trudność ilościowego zbilansowania zjawiska: natężenie promieniowania radiowego jest bardzo silne, wymagałoby temperatury kinetycznej materii międzygwiazdowej około 10^5 stopni, podczas gdy z innych danych określa się ją w tysiącach stopni. Po odkryciu promieniowania radiowego Słońca próbowano wytłumaczyć emisję radiową Drogi Mlecznej łącznym promieniowaniem gwiazd, przyjmując dla nich średnio to samo natężenie, co obserwowane na Słońcu. I ten rachunek dał niewystarczające na-

tężenie. Obecnie, gdy pojawiły się na horyzoncie astronomii radiogwiazdy, emitujące fale radiowe silniej niż Słońce, jest rzeczą naturalną im przypisać promieniowanie Galaktyki, tym bardziej, że rozkład „widmowy" promieniowania Galaktyki i radiogwiazd jest podobny. Obliczono, jak wielkiej gęstości radiogwiazd w przestrzeni potrzeba, by ich łączna emisja radiowa pokryła obserwowane promieniowanie Drogi Mlecznej. W wyniku otrzymano gęstość rozmieszczenia radiogwiazd tego rzędu co gwiazd „zwykłych". Na razie więc pozostajemy przy hipotezie, że radiogwiazdy są odpowiedzialne za emisję radiową Drogi Mlecznej.

Skoro mowa o Drodze Mlecznej, warto sobie uświadomić, że w promieniowaniu radiowym uzyskujemy nowy środek do sondowania jej struktury, pod pewnym względem skuteczniejszy od światła; nie podlega on bowiem osłabieniu przez pył międzygwiazdowy, dając nam wreszcie szanse zobaczenia, czy też usłyszenia środka Galaktyki.

Mgławice pozagalaktyczne

Skoro Droga Mleczna wysyła promieniowanie radiowe, dlaczegożby inne galaktyki nie miały go również emitować? Toteż od kilku lat kierowano wielokrotnie anteny radarowe na mgławicę Andromedy, początkowo bez skutku, aż wreszcie udało się „usłyszeć" ją, gdy zastosowano wystarczająco potężne „ucho" — konstrukcji paraboloidalnej o średnicy 67 m! Natężenie tego promieniowania okazało się 150 razy słabsze od promieniowania najsilniejszej radiogwiazdy w naszej Galaktyce. Ten pierwszy komunikat jest powierdzeniem faktu, że i pod względem emisji radiowej mgławica Andromedy i nasza Galaktyka są systemami podobnymi.

Przedstawiony tu szkic jest tylko pobieżnym przeglądem osiągnięć tej nowej i interesującej gałęzi astronomii. W obecnym stadium trudno jest dać wyczerpujący, a zarazem świeży, obraz tych badań, ponieważ rozwijają się one w tempie naprawdę zawrotnym: ogromna większość zdobyczy pochodzi z ostatnich pięciu lat. W chwili, gdy czytelnik otrzyma artykuł do ręki, wiele nowych faktów będzie odkrytych i niejedno przypuszczenie będzie już nieaktualne.

Toruń, 27 czerwca 1951 r.

LITERATURA

J. S. Hey, *Radio Astronomy*, Monthly Notices of the R. A. S., Vol. 109, p. 179, 1949.

M. Ryle, *Radio Astronomy*, Reports on Progress of Physics, Vol. XIII, 1950.

Liczne artykuły w *„Nature"*.

A. STRZAŁKOWSKI

CO NAM MÓWIĄ PRĄŻKI W WIDMIE GWIAZDY

Na podstawie ogólnej charakterystyki widma ciągłego i prążkowego dowiedzieliśmy się już dużo o gwiazdach [1]). Potrafimy już określić ich temperaturę, powiązać widmo ciągłe z prążkowym, dając interpretację podziału na klasy widmowe, możemy wreszcie przeprowadzić chemiczną analizę jakościową materii występującej w gwiazdach, czyli powiedzieć, jakie pierwiastki chemiczne w skład tej materii wchodzą, a co więcej — w jakim stanie wzbudzenia czy jonizacji występują atomy tych pierwiastków.

Nie skorzystaliśmy jednak dotychczas zupełnie z bardziej dokładnej charakterystyki prążków widmowych, nie braliśmy dotąd zupełnie pod uwagę ich kształtu. Astrofizyka skorzystała z tych danych stosunkowo niedawno. W miarę rozwoju metod obserwacyjnych, pozwalających na subtelniejszą analizę widma prążkowego i w miarę rozwoju teorii fizycznych, dających interpretację występowania określonych konturów prążków widmowych, stało się możliwe sięgnięcie po te dane i wyciągnięcie z nich wiadomości rozszerzających znacznie naszą wiedzę o gwiazdach. Stało się to niespełna 30 lat temu. W roku 1924 powstaje pierwsza teoria Russella i Stewarta, dająca interpretację poszerzenia prążków absorpcyjnych w widmach gwiazd. Następne lata przynoszą dalszy rozwój teorii. Dziś, przy ogromnym postępie metod doświadczalnych i rozwoju badań teoretycznych, wyłaniają się przed nami coraz to nowe możliwości.

Chemiczna analiza ilościowa materii gwiezdnej

Znamy już ogólnie różne przyczyny poszerzenia prążków widmowych. Każda z nich, zależąc od jakichś parametrów fizycznych charakteryzujących stan materii w atmosferze gwiazdy, może nam dostarczyć pewnych informacji. Nie zapominajmy jednak, że przyczyny te nie występują nigdy oddzielnie w stanie czystym, lecz zawsze ze sobą współdziałają, dając w wyniku obraz będący nałożeniem wielu obrazów wywołanych przez różne czynniki. Zadaniem teorii czy eksperymentu będzie czynniki te oddzielić.

Zajmijmy się najpierw bliżej naturalną szerokością prążków widmowych. I aby uwolnić się od innych czynników, przyjmijmy początkowo założenie, że mamy do czynienia z ato-

[1]) Por. *Urania*, t. XXII, str. 94 i nast.; str. 140 i nast.; str. 191 i nast.

mami spoczywającymi, znajdującymi się w przestrzeni zupełnie wolnej od pól elektrycznych czy magnetycznych.

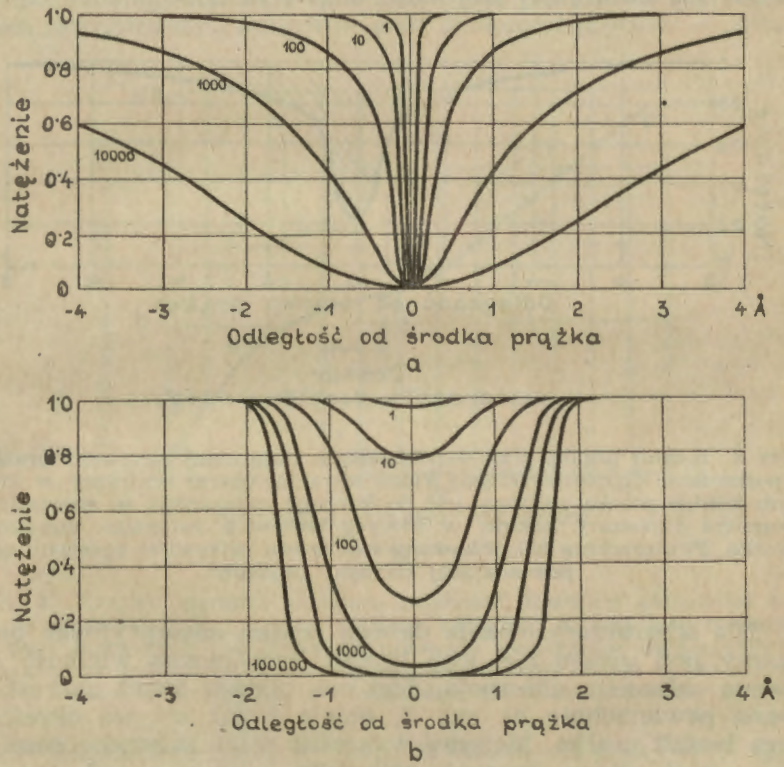
Wiemy, że atom absorbuje nie tylko światło o jednej ściśle określonej długości fali, lecz także o długościach fal sąsiednich. W wyniku prążek widmowy posiada zawsze pewną skończoną szerokość. Gdy będziemy mieli do czynienia nie z jednym, lecz z wielu absorbującymi atomami, wówczas otrzymamy poszerzony prążek widmowy, o kształcie zależnym od liczby absorbujących atomów. Co rozumiemy przy tym przez liczbę atomów absorbujących? Jeżeli światło przechodzi przez warstwę materii o grubości h, zawierającą w jednostce objętości N atomów, to na drodze wiązki światła o przekroju jednostkowym (np. 1 cm^2) znajdzie się liczba atomów równa iloczynowi hN. Gdybyśmy jednak liczbę tę uważać chcieli za miarę zdolności absorpcyjnej warstwy, nie otrzymalibyśmy poprawnego obrazu. Atom znajdujący się w pewnym stanie energetycznym zaabsorbować może światło o różnych długościach fali, przy czym prawdopodobieństwa zaabsorbowania różnych prążków widmowych nie są sobie równe. Musimy to uwzględnić w charakterystyce zdolności absorpcyjnej naszej warstwy. Do iloczynu hN określającego liczbę atomów absorbujących wprowadzamy pewien czynnik f, podający to prawdopodobieństwo. Mówiąc w dalszym ciągu o liczbie atomów absorbujących, rozumieć będziemy zawsze przez to iloczyn fhN. Liczby f znane są dla różnych prążków z doświadczeń laboratoryjnych.

Naturalna szerokość prążka absorpcyjnego zależy od liczby absorbujących atomów. Ilustrują to krzywe na rys. 1 a. W miarę powiększania liczby tych atomów prążek widmowy ulega poszerzeniu. Coraz więcej jest pochłaniane światło o długościach fal sąsiadujących z centralną. Znając z obserwacji kształt prążka widmowego, moglibyśmy dopasować do niego odpowiedni kontur prążka teoretycznego, otrzymując odpowiadającą mu wartość iloczynu fhN. Robiąc to samo następnie dla prążków widmowych różnych pierwiastków i znając dla nich wartości f, moglibyśmy obliczyć względne ilości atomów różnych pierwiastków, czyli przeprowadzić chemiczną analizę ilościową.

Nie zapominajmy jednak o naszym upraszczającym założeniu. Wiemy przecież, że atomy poszczególnych piewiastków w atmosferach gwiazd nie znajdują się w spoczynku, lecz w nieustannym ruchu zależnym od temperatury. Prowadzi to — jak wiemy — do dodatkowego poszerzenia linii wywołanego zjawiskiem Dopplera. Poszerzenie to nakłada się na naturalną szerokość prążka.

Dla zbadania wpływu poszerzenia dopplerowskiego za-

łóżmy początkowo — podobnie jak to zrobiliśmy poprzednio — że mamy do czynienia z atomami będącymi w ruchu termicznym, jednak absorbującymi światło tylko o ściśle określonej długości fali, tzn. pomińmy na razie naturalną szerokość linii. Wskutek różnych wartości prędkości poszczególnych atomów w ruchu termicznym, prążki absorbowane przez nie będą względem siebie poprzesuwane o różne wielkości i w wyniku

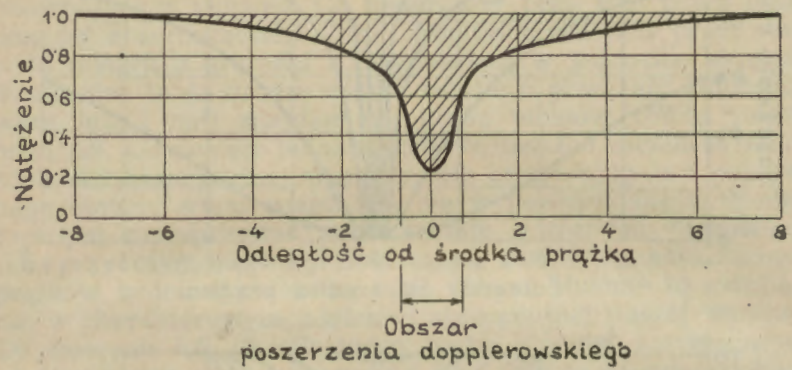


Rys. 1. Kontury prążków widmowych dla różnych względnych ilości absorbujących atomów (od 1 do 10 000). Rys. *a* przedstawia kontury prążków przy czystym poszerzeniu, związanym z naturalną szerokością prążka; rys. *b* — przy czystym poszerzeniu skutkiem zjawiska Dopplera, związanego z termicznym ruchem atomów.

otrzymamy prążek poszerzony, o kształcie pokazanym na rys. 1 b. Kształt tego poszerzonego prążka zależy również od liczby absorbujących atomów. W miarę wzrastania tej liczby prążek staje się coraz głębszy, gdyż coraz więcej atomów po-

siada prędkości zbliżone do wartości odpowiadającej centralnej długości fali.

Przez współdziałanie obu tych efektów: naturalnej szerokości prążka i poszerzenia dopplerowskiego, otrzymujemy pewien wypadkowy kontur prążka, zbliżony na ogół w pobliżu środka do konturu wynikającego z czystego poszerzenia dopplerowskiego, a po obu stronach przypominający kształt odpowiadający naturalnej szerokości linii (rys. 2).

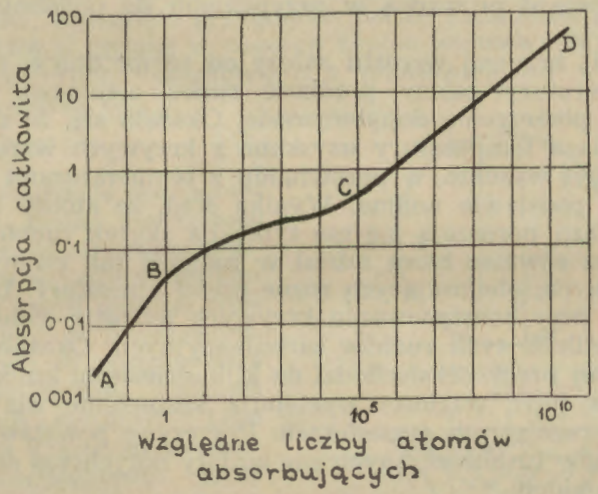


Rys. 2. Kontur prążka przy współdziałaniu naturalnej szerokości prążka i poszerzenia dopplerowskiego. Widać wyraźnie obszar centralny, w którym kontur prążka zbliżony jest do konturu związanego ze zjawiskiem Dopplera i obszary boczne, w których przeważa naturalna szerokość prążka. Powierzchnia zakreskowana jest miarą całkowitej absorpcji odpowiadającej danemu prążkowi.

Dla scharakteryzowania danego prążka absorpcyjnego bierzemy pod uwagę nie jego kształt, lecz pewną wielkość *A*, zwaną całkowitą absorpcją. Jest ona podana przez zakreskowaną powierzchnię na rys. 2, objętą przez krzywą określającą kształt prążka. Możemy wykreślić sobie zależność pomiędzy tak określoną absorpcją całkowitą, a liczbą absorbujących atomów (najczęściej wykres taki sporządzamy w skali logarytmicznej). Otrzymujemy w ten sposób krzywą pokazaną na rys. 3, zwaną »krzywą wzrostu«. Jak wskazują badania teoretyczne, potwierdzone przez dane obserwacyjne, w krzywej tej wyróżnić możemy trzy główne obszary. Jeden obszar (od A do B na rys. 3), odpowiadający małej liczbie atomów absorbujących, odpowiada poszerzeniu prążków skutkiem zjawiska Dopplera. Naturalna szerokość linii ma w tym obszarze małe znaczenie, podobnie jak w obszarze następnym (od B do C na

rys. 3), gdzie przeważa również poszerzenie dopplerowskie, jednak wzrost liczby atomów coraz mniej wpływa na wartość absorpcji. W trzecim wreszcie obszarze (od C do D na rys. 3), odpowiadającym dużej liczbie absorbujących atomów, przeważać zaczyna wpływ naturalnej szerokości linii.

W widmach występują pewne grupy prążków, zwane multipletami, odpowiadające przeskokom elektronów pomiędzy podpoziomami, na jakie rozpadają się poziomy główne pod wpływem skwantowania innych — poza promieniem orbity — wiel-



Rys. 3. Krzywa wzrostu, podająca zależność absorpcji całkowitej od liczby absorbujących atomów. Możemy rozróżnić w niej trzy obszary: w dwu pierwszych (od *A* do *C*) przeważa poszerzenie dopplerowskie prążków, w trzecim (od *C* do *D*), odpowiadającym dużym liczbom atomów absorbujących — naturalna szerokość prążków.

kości charakteryzujących ruch elektronu. Iloczyny fhN dla różnych prążków tego samego multipletu różnią się tylko liczbami f. Jeżeli znamy te liczby f i zmierzymy całkowitą absorpcję poszczególnych prążków multipletu, możemy wykreślić krzywą wzrostu, dopasowując do naszych punktów obserwacyjnych pewną krzywą teoretyczną. Mając teraz krzywą wzrostu, możemy na podstawie zaobserwowanych całkowitych absorpcji różnych prążków odczytać z krzywej względne ilości atomów odpowiadających tym prążkom. Wyznaczymy przy tym nie całkowitą liczbę wszystkich atomów danego pierwiastka, lecz tylko liczbę atomów w danym stanie wzbudzenia i joni-

zacji. Łatwo stąd jednak na podstawie praw Boltzmanna i Megh Nad Saha obliczyć również całkowitą liczbę atomów pierwiastka. Otrzymujemy w ten sposób możliwość chemicznej analizy ilościowej materii zawartej w atmosferach gwiazd.

Badania takie zostały w szczególności przeprowadzone dla Słońca. Okazało się, że spośród 61 pierwiastków, których obecność stwierdzono na Słońcu, największa jest zawartość wodoru (81,76%) oraz helu (18,17%), podczas gdy na pozostałe pierwiastki wypada zaledwie 0,07%. Badania przeprowadzone dla innych gwiazd prowadzą w przybliżeniu do podobnych wartości.

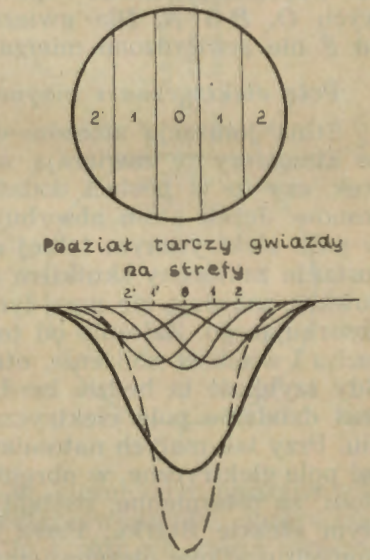
Kształt krzywej wzrostu zależy od temperatury, ponieważ od temperatury zależy prędkość ruchu cieplnego atomów, a więc i poszerzenie dopplerowskie. Okazało się, że dla pewnych gwiazd temperatury uzyskane z krzywych wzrostu wypadają zbyt wysokie, w porównaniu z temperaturami uzyskanymi na podstawie widma. Wynika stąd, że atomy atmosfer tych gwiazd poruszają się nie tylko na skutek ruchów cieplnych, lecz również biorą udział w ruchach tak zwanych turbulencyjnych, obejmujących różne części atmosfery. Uwzględniając to przy konstruowaniu krzywych wzrostu, obliczyć możemy prędkość tych ruchów turbulencyjnych. Okazało się, że wartość tej prędkości dochodzi do kilkudziesięciu km/sek, przy czym tak duże wartości występują szczególnie dla gwiazd o bardzo rozciągłych atmosferach. Przyczyny powstawania takich ruchów turbulencyjnych nie zostały dotychczas dostatecznie wyjaśnione.

Jeszcze jednym czynnikiem zakłócającym nasze badania i wprowadzającym pewną niepewność przy konstruowaniu krzywych wzrostu jest poszerzenie prążków na skutek zderzeń. Wpływ tego poszerzenia jest szczególnie duży dla gwiazd o gęstych atmosferach, np. karłów, gdzie zderzenia pomiędzy atomami zdarzać się mogą częściej. Objawia się to w pewnych różnicach w kształcie krzywej wzrostu dla karłów i olbrzymów.

Dotychczas mówiliśmy tylko o wyznaczeniu względnych ilości atomów poszczególnych pierwiastków. Wiemy jednakże, że w gwiazdach chłodniejszych, oprócz atomów, występują również drobiny związków chemicznych. Ze względu na trudności doświadczalne badania widm pasmowych, pochodzących od tych drobin, jesteśmy na razie skazani prawie wyłącznie na badania teoretyczne. Teorię podał tu Russell, opierając się na możliwościach powstawania takich związków w gwiazdach. Tłumaczy ona pewne fakty obserwacyjne jak pojawianie się pewnych pasm absorpcyjnych w gwiazdach typu *N*, *R* i *S*.

Ruchy obrotowe gwiazd

W widmach gwiazd — szczególnie wcześniejszych typów widmowych — zauważono znaczne poszerzenie prążków widmowych, nie dające się wyjaśnić przez efekty związane z naturalną szerokością linii, czy zjawiskiem Dopplera, wywołanym przez ruchy cieplne czy turbulencyjne atomów. Wielkość tego poszerzenia była proporcjonalna do długości fali, co nasuwało przypuszczenie, że pochodzi ono od zjawiska Dopplera. Ponieważ podobne poszerzenie stwierdzono również u gwiazd podwójnych spektroskopowych w wyniku ruchu obrotowego składników, wysunięto przypuszczenie, że nadmierne poszerzenie prążków u gwiazd wczesnych typów widmowych pochodzi również od ruchu obrotowego, a mianowicie od wirowania gwiazdy dokoła osi.



Rys. 4. Konstrukcja teoretycznego konturu prążka poszerzonego skutkiem ruchu obrotowego gwiazdy. Prążek wypadkowy (wykreślony linią grubą) powstaje przez nałożenie prążków przesuniętych, pochodzących od poszczególnych stref tarczy gwiazdy, o różnych prędkościach radialnych. Linią przerywaną wykreślony jest kontur jaki otrzymalibyśmy, gdyby gwiazda nie wirowała dokoła osi. Rysunek odnosi się do przypadku, gdy kierunek ku obserwatorowi jest prostopadły do osi obrotu gwiazdy.

Poszerzenie prążka następuje tu przez nałożenie prążków pochodzących z różnych części tarczy gwiazdy, oddalających się od nas, względnie zbliżających ku nam, z różnymi prędkościami. Ilustruje to rys. 4. Tarczę gwiazdy podzielić sobie możemy na pasy równoległe do osi obrotu. Prędkość oddalania się czy zbliżania ku nam jest dla każdego z takich pasów wielkością stałą. Największą wartość osiąga ona dla pasów zbliżonych do brzegu, podczas gdy dla pasa środkowego ma wartość zero. Prędkościom tym odpowiadają dopplerowskie przesunię-

cia prążków widmowych, pochodzących z poszczególnych pasów, a poszerzonych już przez działanie innych czynników (naturalna szerokość linii, ruch cieplny). Sumując poszczególne przesunięte prążki, pomnożone przez szerokość pasa, z którego pochodzą, otrzymamy pewien wypadkowy kontur prążka, wykreślony grubą linią na wykresie. Kontur prążka otrzymany z obserwacji możemy następnie porównać z konturami obliczonymi teoretycznie przy założeniu różnych prędkości wirowania. W wyniku otrzymamy prędkość obrotu gwiazdy, jako prędkość odpowiadającą prążkowi teoretycznemu, najlepiej zgadzającemu się z prążkiem zaobserwowanym.

W ten sposób przeprowadzono badania dla wielu gwiazd. Okazało się, że równikowe prędkości wirowania gwiazd wahają się w granicach od 0 do 250 km/sek, przy czym największe wartości prędkości odpowiadają gwiazdom typów widmowych *O*, *B* i *A*. Dla gwiazd typu widmowego późniejszego od *F* nie stwierdzono mierzalnych efektów rotacji.

Pole elektryczne i magnetyczne gwiazd

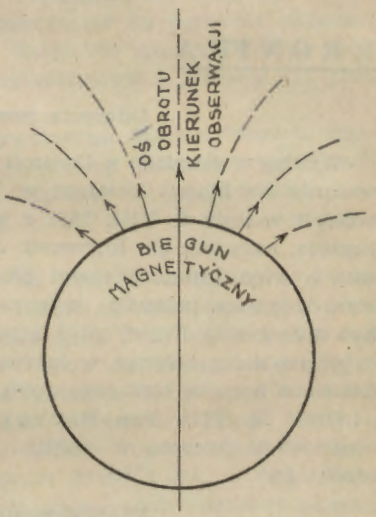
Silna jonizacja atomów w atmosferach gwiazd powoduje, że atmosfery te zawierają znaczne ilości naładowanych cząstek, czy to w postaci dodatnich jonów, czy ujemnych elektronów. Jeżeli atom absorbujący promieniowanie znajdzie się w polu elektrycznym takiej cząstki, wówczas proces absorpcji zostanie zakłócony skutkiem zjawiska S t a r k a. Cząstki naładowane znajdują się przy tym w ruchu w stosunku do atomu absorbującego. Zależnie od tego, jak wielka jest szybkość tego ruchu i wielkość zbliżenia, otrzymujemy przy tym różny efekt. Gdy szybkość ta będzie bardzo wielka i zbliżenie duże, wówczas działanie pola elektrycznego będzie równoważne zderzeniu. Przy tak małych natomiast prędkościach, że możemy przyjąć pole elektryczne, w obrębie którego znalazł się absorbujący atom, za niezmienne, nastąpi rozszczepienie linii, jak w zwykłym efekcie Starka. Przez nałożenie wielu takich rozszczepionych prążków otrzymujemy poszerzenie prążka widmowego. Poszerzenie to jest szczególnie duże dla prążków wodoru i helu.

W gwiazdach o gęstych atmosferach zjawisko Starka będzie silniejsze niż w gwiazdach o atmosferach rzadszych. Szerokość prążków absorpcyjnych — szczególnie wodoru — będzie zatem większa w widmach karłów niż w widmach olbrzymów. Stanowi to kryterium dla wyznaczenia wielkości absolutnych.

Poszerzenie prążków widmowych przez zjawisko Z e e m a n a w polu magnetycznym zostało po raz pierwszy wykorzystane przez H a l e'a w roku 1913 do wyznaczenia natężenia pola magnetycznego plam słonecznych. Później wyznaczono przez

obserwacje tego zjawiska wartość natężenia głównego pola magnetycznego Słońca.

Dla gwiazd przez dłuższy czas nie udawało się uzyskać zadowalających wyników. Zjawisko Zeemana w widmie gwiazdy może być zaobserwowane tylko wówczas, gdy gwiazda zwrócona jest ku nam swym biegunem magnetycznym, gdyż wtedy pole magnetyczne jest najsilniejsze i nie ma zakłócającego wpływu rotacji, odbywającej się zawsze dokoła osi magnetycznej. Przy takim położeniu gwiazdy kierunek obserwacji jest równoległy do linii pola magnetycznego (rys. 5), tak że należy oczekiwać podłużnego zjawiska Zeemana. Jak wiemy, w podłużnym zjawisku Zeemana linia rozszczepiona zostaje na dwie



Rys. 5. Pole magnetyczne gwiazdy. Obserwując gwiazdę z kierunku równoległego do osi obrotu gwiazdy, obserwujemy równolegle do linii pola magnetycznego, otrzymamy zatem w widmie poszerzenie prążków skutkiem podłużnego zjawiska Zeemana.

składowe spolaryzowane kołowo w kierunkach przeciwnych. Ten właśnie fakt umożliwia przeprowadzenie obserwacji. W wyniku bowiem tego, że światło z różnych części gwiazdy absorbowane jest przez atomy, znajdujące się w polu magnetycznym, o różnych natężeniach, otrzymujemy nie rozszczepienie, lecz poszerzenie linii widmowych. Obserwując jednak światło to przez urządzenie pozwalające rozdzielić składowe o różnej polaryzacji, możemy wyznaczyć to rozszczepienie linii. Stosując taki właśnie analizator światła kołowo spolaryzowanego, umieszczony przed szczeliną spektrografu, otrzymał B a b c o c k po raz pierwszy w roku 1947 natężenie pola magnetycznego gwiazdy. Obserwował on mianowicie gwiazdę 78 Vir i stwierdził, że posiada ona pole magnetyczne o natęże-

niu około 1500 Gs. Obecnie, dzięki dalszym obserwacjom Babcocka, znamy już pola magnetyczne kilkunastu gwiazd, przy czym okazało się, że niektóre gwiazdy posiadają pola magnetyczne zmienne, zmieniające nawet swój znak.

Wykrycie i zmierzenie pól magnetycznych gwiazd pozwoliło na wyciągnięcie wielu bardzo ważnych wniosków. Z jednej strony skłoniło ono Blacketta do postawienia hipotezy związku pomiędzy wielkościami charakteryzującymi ruch obrotowy bryły i jej pole magnetyczne [1]), z drugiej, umożliwiło rozwinięcie nowej gałęzi astrofizyki z tzw. elektrodynamiki kosmicznej, zajmującej się zjawiskami zachodzącymi w kosmicznych polach magnetycznych i elektrycznych.

KRONIKA

Odkrycie nowej komety (1951 i)

Według nadeszłego z Centrali w Kopenhadze telegramu dwaj obserwatorzy na Mount Palomar w Kalifornii, Wilson i Harrington, odkryli w dniu 6. VIII. 1951 r. na tle gwiazdozbioru Wężownika nową kometę, nazwaną ich imionami. Jest to obiekt 10-tej wielkości gwiazdowej, a więc dostępny nawet dla niewielkiej lunety, o wyglądzie mglistym z jądrem pośrodku, wyposażony warkoczem krótszym niż 1°. Musi być dość blisko Ziemi, gdyż przesuwa się stosunkowo szybko na niebie o ½° na dobę, biegnąc w kierunku południowo-zachodnim. Jest to już dziesiąta kometa bieżącego roku.

Dnia 10. VIII. Van Biesbroeck w obserwatorium Yerkesa zaobserwował kometę w pobliżu miejsca jej odkrycia jako blady już obiekt 14^m.

J. G.

„Przedwczesne" odkrycie komety

Połączone obserwatoria na Mount Wilson i Mount Palomar, rozporządzające największymi narzędziami, 2½ i 5-metrowymi teleskopami zwierciadlanymi, mają możność „przedterminowego" zaobserwowania komet periodycznych, zanim staną się one dostępne dla ogółu obserwatorów. Ostatnio „zabezpieczono" tam kometę Comas Sola na tle gwiazd Wieloryba w dniach: 7—9. VII. 1951 r. jako obiekt $19^m.5$, w zupełnej zgodzie z efemerydą. Przejście tej komety przez perihelium przewidziane jest dopiero na 10. IX. 1952 r., tak więc jedna z „przyszłorocznych" komet została w ten sposób przerzucona na rok bieżący, jako obiekt 1951 h.

Kometa Comas Sola, odkryta w r. 1927, dopiero po raz trzeci po-

[1]) Por. *Urania*, t. XXI, str. 25.

jawia się na naszym niebie. Obiega Słońce raz na 8.54 lat. Zbliża się w perihelium na 1.78 j. a., by w aphelium odsunąć się na 6.58 j. a., a więc poza orbitę Jowisza. Przynależy do „rodziny" tej planety, która ją zapewne „złowiła". *J. G.*

Nowa Gwiazda w Orle

Dnia 10. VII. 1951 r. F. Zwicky podał do wiadomości, że na spektrogramie zdjętym na Mount Palomar przez pryzmat obiektywowy w dniu 3. VI. 1951 r. odkrył Nową Gwiazdę w gwiazdozbiorze Orła, jako obiekt $11^m.5$ jasności pozornej. Widmo Nowej wykazuje wyraźne linie wodoru i azotu, widoczne na słabym tle ciągłym. Minkowski zbadał widmo bliżej na Mount Wilson nazajutrz, tj. dnia 11. VII. 51, znajdując szerokie pasma emisyjne, wskazujące na szybkość ekspanzji materii zewnętrznych warstw gwiazdy około 750 km/sek. Według niego Nowa znajduje się obecnie w stanie mgławicowym i przeszła już przez okres największego blasku.

Na patrolowych zdjęciach w Obserwatorium Harwardzkim z czasu 14. V. — 8. VII. 1951 r. Nowa wykazuje zmiany jasności w granicach $12^m.3$—$13^m.6$. Na stu wcześniejszych zdjęciach tej okolicy nieba, zaczerpniętych z tamtejszego archiwum klisz, brak w ogóle pewnych śladów Nowej.

Tyle mówi obserwacja. Przyjmując na jasność absolutną tej Nowej w maksimum blasku: $-5^m.7$, jak u innych gwiazd zmiennych tego typu, na jej jasność pozorną w tym stadium: $11^m.5$, biorąc pod uwagę znaczne wygaszenie blasku „po drodze" przez ciemną materię międzygwiezdną, polegające na zmniejszeniu jasności do połowy na każde 3 000 lat światła (materia ta w pobliżu płaszczyzny Drogi Mlecznej, gdzie „zapaliła się" Nowa, występuje obficie), otrzymałem, że Nowa w Orle z r. 1951 „wybuchła" w odległości 20 000 l. św. od nas. Zatem aktualne to zjawisko niebieskie, którym obecnie tak skrzętnie zajmują się astronomowie przy zastosowaniu największych narzędzi, miało w rzeczywistości miejsce około dwa dziesiątki tysięcy lat temu. Tyle bowiem czasu potrzebował sygnał świetlny, by dotrzeć stamtąd do tych rejonów Galaktyki, w których znajduje się Słońce. *J. G.*

Przyznanie nagród imienia F. A. Bredichina

Prezydium Akademii Nauk ZSRR przyznało 15 grudnia 1950 roku dwie nagrody imienia F. A. Bredichina, każda po 10 000 rubli.

Pierwszą otrzymał kandydat nauk fiz.-matem. W. B. Nikonow. Drugą, rozdzieloną na równe części, przyznano doktorom nauk fiz.-mat. O. A. Mielnikowowi i B. W. Kukarkinowi.

Wszyscy nagrodzeni są wybitnymi astronomami radzieckimi, znanymi ze swych prac naukowych na polu astrofizyki. Astronomowię pol-

scy mieli sposobność bezpośredniego zetknięcia się z nimi na zjeździe astronomów we Wrocławiu, w 1949 r. Duża grupa astronomów radzieckich zwiedzała wówczas obserwatoria polskie, aby poznać stan astronomii polskiej, nawiązać z nią bliższy stosunek i podzielić się z astronomami polskimi swymi osiągnięciami naukowymi. Między gośćmi byli też i trzej odznaczeni astronomowie.

W. B. Nikonow jest astrofizykiem, starszym naukowym pracownikiem Krymskiego Obserwatorium Astrofizycznego. Otrzymał on nagrodę za opracowanie katalogu fotoelektrycznych wskaźników barwy gwiazd z nadzwyczajną dokładnością, do ±0.007 wielkości gwiazdowej. Praca ta, zakończona w r. 1950, jest wynikiem długoletnich obserwacyj, wykonanych przez niego w Abastumańskim Obserwatorium Astrofizycznym Gruzińskiej Akademii Nauk.

Starszy naukowy pracownik Głównego Astronomicznego Obserwatorium prof. O. A. Mielnikow otrzymał nagrodę za dwie prace badawcze, dotyczące atmosfery Słońca. Obie prace, oparte są na własnym materiale obserwacyjnym, uzyskanym przy pomocy aparatury spektrofotograficznej własnej budowy.

Praca starszego pracownika naukowego Państwowego Instytutu Astronomicznego im. P. K. Szternberga, doktora nauk fiz.-mat. B. W. Kukarkina, dotyczy badania budowy i rozwoju układów gwiezdnych na podstawie obserwacyj gwiazd zmiennych. Przedstawia ona wyniki długoletnich obserwacyj gwiazd zmiennych i daje możność poznania budowy i rozwoju układów gwiezdnych, a w pierwszym rzędzie naszej Galaktyki. Znajduje się w tej pracy wielka ilość wniosków dotyczących rozmiarów, kształtu i położenia środka Galaktyki, oraz ilości i rozmieszczenia w przestrzeni gwiazd zmiennych różnych typów.

Wszystkie nagrodzone prace stanowią cenny wkład w osiągnięcia wiedzy astronomicznej.

(*Astronomiczeskij Cirkular*, Nr. 109, 1951). *JR*

50-lecie Obserwatorium Astronomicznego im. Engelhardta

Z końcem maja obchodzono w Kazaniu 50-letni jubileusz Obserwatorium Astronomicznego przy Kazańskim Uniwersytecie Państwowym. Z jubileuszem zbiegło się plenum centralnej komisji do badania gwiazd zmiennych, oraz konferencja astrometryczna, zorganizowana przez obserwatorium.

Uroczystość rozpoczęła się wieczorem 26 maja 1951 r. posiedzeniem Rady Naukowej Uniw. Kazańskiego w sali uniwersytetu, gdzie wygłosił odczyt D. J. Martynow o pracy obserwatorium w ciągu pięćdziesięciolecia, oraz A. A. Niefiedjew o działalności W. Engelhardta. W sali uniwersytetu urządzona została wystawa obrazująca pracę i osiągnięcia obserwatorium.

Obserwatorium Astronomiczne im. Engelhardta powstało w 1901 r.

przejmując sprzęt i fundamentalne instrumenty astronomiczne z miejskiego obserwatorium w Kazaniu. Jednak prawdziwy rozkwit obserwatorium nastąpił dopiero w okresie władzy radzieckiej, która położyła silny nacisk na rozwój nauki. Pojawiła się nowa tematyka, rozwinięto nowe dziedziny pracy naukowo-badawczej. Obserwatorium zdobyło duży autorytet w takich zakresach, jak badanie gwiazd zaćmieniowych lub badania ruchu i kształtu Księżyca. Poza tym obserwatorium nieustannie przygotowuje nowe kadry wysoko wykwalifikowanych astronomów. Wydało ono na świat 6 profesor-doktorów, 1 doktora nauk i 10 kandydatów nauk (tytuł ten równoważny jest u nas magistrowi).

Na zakończenie uczestnicy zwiedzili gmach obserwatorium, zaznajamiając się z jego nowoczesnymi urządzeniami. W tym samym dniu, tj. 27 maja przystąpiono do otwarcia obu konferencji.

Konferencja badaczy gwiazd zmiennych trwała trzy dni. Wygłoszono na niej 29 odczytów dotyczących organizacji badań gwiazd zmiennych (Jefremow, Fiedorowicz, Kuroczkin), metodyki badań (Szulberg, Martynow), a także wyników badań nad poszczególnymi gwiazdami. Referaty o charakterze bardziej ogólnym, obejmujące szeroki zakres prac nad gwiazdami zmiennymi, wygłosili znani radzieccy astronomowie, jak Parenago, Cesewicz, Chołopow, Kulikowski, Kołyszew i inni.

Konferencja astrometryczna zajęła się głównie problemami opracowywanymi w obserwatorium kazańskim, jak służba szerokości, kształt i ruch Księżyca i astrometria południkowa. Referaty wygłosili: Orłow, Dubrowski, Wiechświatski, Fiedorow, Nieliedjew, Chabibullin, Jakowkin, Djukow i Dubjago. Zakończono konferencję 30 maja 1951 r.

(*Astronomiczeskij Cirkular*, Nr 115, 1951). *A. St.*

Konferencja w sprawach spektroskopii gwiazd

W ubiegłym roku odbyła się w Krymskim Obserwatorium Astronomicznym Akademii Nauk ZSRR w Simeis konferencja dotycząca spektroskopii gwiazd. W pracach konferencji wzięło udział około 60 osób, reprezentujących 22 instytucje naukowe, zarówno laboratoria fizyczne, jak i obserwatoria astronomiczne.

Dyrektor Obserwatorium Krymskiego, członek akademii, G. A. Szajn, otwierając konferencję, opowiedział o ogromnych zasługach na polu spektroskopii jednego z twórców współczesnej astrofizyki, wybitnego astronoma rosyjskiego, Aristarcha Apollonowicza Bielopolskiego.

Wygłoszone referaty dotyczyły fizyki gwiazd, fizyki Słońca, budowy układu gwiezdnego i natury materii międzygwiezdnej.

W referacie pt. „O stosunku stężenia izotopów $C^{13}:C^{12}$ w atmosferach gwiazd" A. G. Szajna, członka Akad. Nauk i W. F. Gaze, pracow-

nika naukowego Krymskiego Obserwatorium Astrofizycznego, podali autorzy wyniki swojej pracy dotyczącej widm gwiazd o niskich temperaturach klasy N. Atmosfery tych gwiazd są wyjątkowo bogate w węgiel. Za najważniejszy wynik badania należy uważać stwierdzenie obecności w atmosferach tych gwiazd wielkiej względnej ilości izotopu węgla C^{13}, przewyższającej kilkakrotnie jego względną ilość w ziemskiej skorupie i na Słońcu. Wynik ten ma bardzo wielkie znaczenie kosmogoniczne.

Obszerny wykład G. A. Szajna pt. „Zmiana centralnych natężeń linii spektralnych w widmach gwiazd różnych klas spektralnych" poruszył jedno z bardzo ważnych zagadnień teorii linii absorpcyjnych w widmach gwiazd. Centralne natężenia linii absorpcyjnych określają się mechanizmem tworzenia się linii i badanie ich może służyć za źródło informacji o wzajemnym oddziaływaniu materii i promieniowania w atmosferach gwiazd. Porównanie obserwowanych na spektrogramach centralnych natężeń linij otrzymanych w Simeis z teoretycznymi, obliczonymi na podstawie mechanizmu „czystej absorpcji", wykazało zgodność jakościową, lecz nie ilościową. Odchylenia wartości obserwowanych od obliczonych dla gwiazd gorących wskazują na wpływ rozproszenia światła przez wolne elektrony, których liczba powinna być szczególnie wielka w atmosferach białych nad-olbrzymów.

Z zagadnieniem szczegółowego badania widm gwiazd wiąże się referat G. A. Szajna i P. F. Szajna pt. „Pewne uwagi o laboratoryjnym systemie długości fal". Aktualnym zadaniem współczesnej astrofizyki jest stwierdzenie obecności ciężkich pierwiastków i ziem rzadkich w atmosferach gwiazd. Lecz dla pomyślnego wykrycia ich linii widmowych trzeba najpierw zidentyfikować w widmach gwiazd wszystkie słabe linie żelaza i innych pierwiastków. Okazuje się, że laboratoryjne tablice długości fali linii widmowych nie są wystarczająco kompletne dla tego celu i nie zadawalają astrofizyków. Bardzo ważne jest także badanie ruchów wewnętrznych w atmosferach gwiazd na podstawie małych różniczkowych przesunięć linii różnych pierwiastków. Istnieje jednak podstawa do przypuszczenia istnienia systematycznych błędów tego samego rzędu co i poszukiwane przesunięcia, przy laboratoryjnym wyznaczaniu długości fal różnych pierwiastków. Dlatego dla astrofizyków pilną sprawą jest rozszerzenie i zwiększenie dokładności laboratoryjnych tablic długości fal linii widmowych.

Dla licznych statystycznych badań związanych z poznaniem układu gwiazdowego, niezmiernie ważną jest znajomość wielkości absolutnych możliwie wielkiej liczby gwiazd, w szczególności słabych. Metodę wyznaczenia wielkości absolutnych gwiazd słabych na podstawie widm otrzymanych przy pomocy obiektywowego pryzmatu, przedstawili w swych referatach: R. A. Bartaj (Abastumańskie Obserwatorium Astrofizyczne) i Ł. S. Gałkin (Krymskie Obserwatorium Astrofizyczne).

Szereg odczytów dotyczył zagadnień fizyki Słońca.

Prof. W. A. Krat (Główne Obserwatorium Astronomiczne) przedstawił w swym referacie wyniki opracowania spektrogramów, otrzymanych przez niego przy pomocy spektrografu kwarcowego podczas całkowitego zaćmienia Słońca 9 lipca 1945 r. Na negatywie widoczne było widmo korony słonecznej, chromosfery i słabej protuberancji. Autor wyciągnął stąd szereg ciekawych wniosków o budowie korony słonecznej, chromosfery i o mechaniźmie powstawania ich świecenia.

Prof. E. R. Mustiel i prof. A. B. Siewiernyj (Krymskie Obserwatorium Astrofizyczne) przedstawili wyniki badania widm wybuchów chromosferycznych. Widma tych szybko przemijających zjawisk na Słońcu były dotychczas mało zbadane a natura wybuchów pozostaje dotychczas zagadkowa. W r. 1948 połączono z helioskopem widmowym Krymskiego Obserwatorium Astrofizycznego dwie fotokamery, umożliwiające fotografowanie widma szczegółów na Słońcu w promieniach wodoru i zjonizowanego wapnia, równocześnie z wizualną obserwacją. Autorzy otrzymali dużo bardzo ciekawych spektrogramów, których część już opracowano. Stwierdzono, że pojawianiu się wybuchów chromosferycznych na Słońcu odpowiada zmiana zarysów linii widmowych, która wskazuje na jonizowanie gazów w odnośnej warstwie Słońca przez ultrafioletowe pormieniowanie, idące od wybuchów.

Pracownik Krymskiego Obserwatorium Astrofizycznego I. S. Szkłowskij rozpatrywał zagadnienie promieniowania korony słonecznej w dalekiej ultrafioletowej części.

Wykład prof. A. B. Siewiernego i A. B. Gilwarga (Instytut Krystalografii Akademii Nauk ZSRR) pt. „Interferencyjno-polaryzacyjne filtry dla badań Słońca", zawierał opis konstrukcji tych filtrów i wyniki prac przy ich użyciu. Filtr interferencyjno-polaryzacyjny przedstawia zespół płytek kwarcowych różnej określonej grubości, przełożonych błonkami polaroidu. Taki filtr jest przeźroczysty tylko dla bardzo wąskiej części widma, o szerokości zaledwie kilku Angstroemów. Dotychczas istnieje na świecie tylko 4—5 takich filtrów, przystosowanych do obserwacyj Słońca. Referenci zbudowali trzy filtry. Jeden ma pasmo przepuszczalności o szerokości 1.8 Angstroema, którego długość zbiega się z długością czerwonej linii wodoru. Przy pomocy tego filtru można skutecznie obserwować protuberancje i chromosferę przy pomocy kamery filmowej, przy użyciu której otrzymano dużo zdjęć ruchomych zjawisk na Słońcu. Część ich zastosowano w pierwszym sowieckim filmie, obrazującym ruch protuberancyj z przyspieszeniem 700—1000 razy.

Drugi filtr posiada pasmo przepuszczalności około 3 Angstroemów i przeznaczony jest do obserwacji promieniowania w sześciu wybranych długościach fali. Filtr wykazał wysokie własności optyczne.

Trzeci filtr interferencyjno-polaryzacyjny przystosowany jest do obserwacji Słońca w promieniowaniu podczerwonym.

W niewielkim komunikacie „Próba interferencyjnej spektrofotometrii Fraunhoferowskich linij" prof. A. B. Siewiernyj opowiedział o przeprowadzonych w Simeis doświadczeniach w celu zbadania zarysów linii w widmie Słońca na zdjęciach, otrzymanych przy pomocy spektrografu przy użyciu wzorca Fabry-Perot.

W uzupełnieniu do tego komunikatu pracownik naukowy Krymskiego Obserwatorium Astrofizycznego W. B. Nikonow wspomniał o zbudowanym w obserwatorium elektrospektrofotometrze — przyrządzie do automatycznego zapisywania widma słonecznego przy pomocy fotokomórki. Przyrząd ten daje możność bezpośredniego zbadania widma Słońca bez fotometrii fotograficznej.

Wyniki badania jasnych mgławic galaktycznych przedstawili G. A. Szajn i W. F. Gaze w swym odczycie pt. „Badanie jasnych mgławic w Krymskim Obserwatorium Astrofizycznym". Przy pomocy dwu bardzo światłosilnych zwierciadlanych kamer (średnica 450 mm, siła światła 1 : 1·4) ze szklanymi i interferencyjnymi filtrami przepuszczającymi wąski pas widma, otrzymano fotografie mgławic w promieniowaniu czerwonej linii wodoru i w widmie ciągłym w pobliżu linii, ale poza nią. Daje to możność rozróżnienia gazowych mgławic wysyłających tylko widmo liniowe i mgławic pyłowych, dających widmo ciągłe. Otrzymane fotografie dostarczają materiału dla szeregu ważnych wniosków.

W odczytach W. B. Nikonowa, W. I. Krasowskiego (Krymskie Obserwatorium Astrofizyczne) i A. A. Kaliniaka (Główne Obserwatorium Astronomiczne) przedstawiono wyniki prób fotografowania środka Galaktyki przy pomocy przetwornika elektronowo-optycznego w promieniach o długości fali około 1 μ. Badanie centralnych części Galaktyki i tak zwanego jądra galaktycznego jest bardzo ważne dla zrozumienia budowy układu w całości. Ale w kierunku środka Galaktyki leży wielka chmura materii międzygwiezdnej, nieprzeźroczystej dla promieni fotograficznych i widzialnych. Jednakże ciemna materia międzygwiezdna jest bardziej przeźroczysta dla promieniowania długofalowego. Na zdjęciach otrzymanych w latach 1948—1949, wykryto wielką chmurę gwiezdną, podobną do znanego obłoku w konstelacji Strzelca, niewidoczną na zwykłych zdjęciach. Prawdopodobnie nowo odkryta chmura gwiezdna stanowi — wraz z obłokiem w Strzelcu — część jądra galaktycznego. Przyjmując odległość do jądra galaktycznego na 25 000 lat świetlnych, można ocenić jego rozmiary w przybliżeniu na 5 000 lat świetlnych [1]).

W odczycie pt. „O naturze promieniowania nieba nocnego" W. I. Krasowski próbował wyjaśnić naturę jasnych linij, które poprzednio wykrył w promieniowaniu podczerwonym (11000 A) nieba nocnego. Według jego mniemania promieniowanie to jest wynikiem wzbronionego przejścia między pewnymi poziomami tlenu molekularnego. I. S. Szkłowskij, zabierając głos po wykładzie, wskazał również na możliwość

[1]) Por. „Urania", t. XXII, str. 111.

drugiej interpretacji tego promieniowania — jako promieniowania przy przejściach między stanami rotacji i oscylacji drobin wodorotlenowych (OH).

Referat I. S. Szkłowskiego pt. „Monochromatyczne radiopromieniowanie Galaktyki i możność jego obserwacji" był poświęcony nowej gałęzi astrofizyki — radioastrospektroskopii.

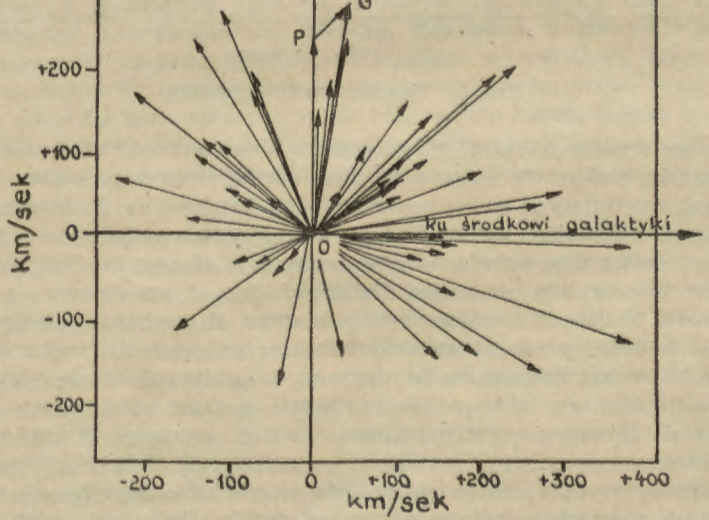
W wykładzie pt. „Zastosowanie wybuchowo płonącego fosforu do fotografowania promieniowania podczerwonego" pracownica naukowa fizycznego instytutu imienia P. N. Lebiediewa, Z. Ł. Morgenstern, opowiedziała o nowej interesującej metodzie fotografowania, zaczynającej mieć zastosowanie i w astrofizyce.

Konferencja uchwaliła rezolucję, w której zaznaczono konieczność jeszcze ściślejszego kontaktu astrofizyków i fizyków w pracy i nakreślono pewne formy tego współdziałania.

(Wiestnik Akademii Nauk ZSRR 1950, 11). *JR*

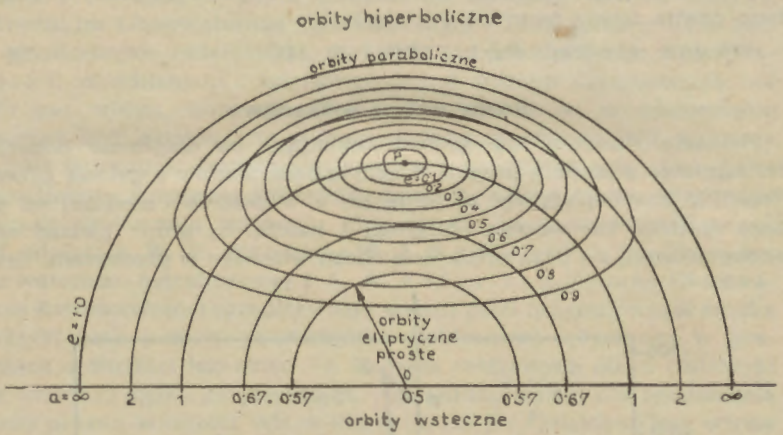
Ruchy własne podkarłów

Podkarły stanowią typ gwiazd zajmujący na diagramie Russella-Hertzsprunga pośrednią pozycję między gałęzią karłów a gałęzią główną. Wszystkie znane podkarły znajdują się w stosunkowo niedużej od naszego systemu słonecznego odległości i należą do grupy gwiazd charakteryzujących się dużą prędkością ruchu własnego w przestrzeni. Szyb-



Rys. 1. Prędkości podkarłów w rzucie na płaszczyznę centralną Galaktyki.

kość gwiazdy w przestrzeni jest wypadkową jej szybkości w kierunku prostopadłym do promienia widzenia, otrzymywanej z przesunięć gwiazdy w stosunku do dalszych obiektów i szybkości radialnej w kierunku łączącym obserwatora z gwiazdą, otrzymywanej ze zjawiska Dopplera. Zwykle szybkości te odnosimy do gwiazd położonych bliżej Słońca (gwiazdy jaśniejsze), czyli odnosimy je do środka ciężkości układu gwiazd w sąsiedztwie Słońca, zakładając, że środek ten znajduje się w spoczynku. Jak wiadomo jednak układ tych gwiazd wiruje wraz z Galaktyką i aby to uwzględnić należy odnieść szybkości gwiazd do obiektów nie biorących udziału w rotacji Galaktyki. Obiektami takimi są np. gromady kuliste. Szybkość Słońca odniesiona do tych obiektów wynosi 250 km/sek. Dla zobrazowania występujących tu stosunków roz-



Rys. 2. Nomogram Bottlingera.

patrzmy wykres na rys. 1. Płaszczyzna wykresu jest centralną płaszczyzną Galaktyki; wektor OP oznacza prędkość ruchu obrotowego środka układu gwiazd znajdujących się w pobliżu Słońca, prostopadłą do kierunku ku środkowi Galaktyki. Jeżeli do tego wektora dodamy prędkości gwiazd PG wewnątrz tego układu, to otrzymamy wypadkowe prędkości gwiazd OG w płaszczyźnie centralnej Galaktyki. Rys. 1 przedstawia te prędkości dla 59 żółtych i czerwonych podkarłów. Z mechaniki niebios wiadomo, że jeżeli prędkość gwiazdy różni się od prędkości ruchu obrotowego po orbicie kołowej co do kierunku, to orbita jej będzie eliptyczna, a jeżeli różni się także co do wielkości, to duża półoś elipsy będzie różna od promienia orbity kołowej. Na tej podstawie Bottlinger skonstruował nomogram przedstawiony na rys. 2. Koła współśrodkowe na tym wykresie przedstawiają wielkie półosie orbit eliptycznych w jednostkach równych odległości Słońca od środka Galaktyki (8 000 parse-

ków), a owale — ekscentryczności tych elips. Jeżeli na tym nomogramie wkreślimy wektor prędkości gwiazdy, to koniec tego wektora poda nam dużą półoś i ekscentryczność odpowiedniej orbity. Np. dla wykreślonego wektora półoś wynosi $a = 0{,}57$, a ekscentryczność $e = 0{,}8$. Wewnątrz koła $a = \infty$, $e = 1{,}0$ orbity będą eliptyczne, na kole paraboliczne, a poza kołem hiperboliczne, tzn. gwiazdy o prędkościach odpowiadających punktom poza tym kołem, opuszczą na zawsze naszą Galaktykę. Dolna część wykresu odpowiada orbitom obieganym w kierunku przeciwnym do prędkości ruchu obrotowego OP. Jeżeli teraz nasz wykres prędkości podkarłów (rys. 1) porównamy z diagramem Bottlingera, to stwierdzimy przede wszystkim, że około ½ podkarłów ma ruch wsteczny po orbitach, oraz że orbity wszystkich prawie podkarłów są silnie ekscentryczne. Gwiazda o tak bardzo ekscentrycznej orbicie dostaje się w swym ruchu do jądra Galaktyki i tam orbita jej jest tak silnie perturbowana, że gwiazda nie wróci już do zajmowanego poprzednio obszaru w pobliżu naszego systemu słonecznego. Istnieje także hipoteza, że podkarły powstały w centralnym rejonie Galaktyki, a orbity ich wskutek perturbacji ze strony innych gwiazd wydłużyły się tak, że dostały się w pobliże Słońca. Wynika stąd, że podkarły są tylko gośćmi w naszym obszarze Galaktyki: wyszły z jądra Galaktyki i do tego jądra powrócą.

(Według *Sky and Telescope*, 9, 294 [1950]). *AS.*

Rekonstrukcja instrumentarium M. Kopernika

W pracowni dr. Tadeusza Przypkowskiego w Jędrzejowie ukończono z początkiem lipca br. wykonywanie trzeciej już z rzędu rekonstrukcji instrumentarium Mikołaja Kopernika, o ponownie przestudiowanych i bardziej ulepszonych formach zewnętrznych. Najlepsza ta z dotychczasowych rekonstrukcji, uwzględniająca poprawki, jakie wykazała praktyka przy opracowywaniu poprzednich rekonstrukcji, została wykonana kosztem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i jest przeznaczona do Ludowego Obserwatorium Astronomicznego w Krakowie.

Warto zaznaczyć, że organ Towarzystwa Astronomicznego Francji, wychodzący w Paryżu: „L'Astronomie", w numerze styczniowym roku bieżącego podał obszerny opis wraz z ilustracjami (str. 33—36) rekonstrukcyj instrumentarium Mikołaja Kopernika, wykonanych przez dr. Feliksa i dr. Tadeusza Przypkowskich, na podstawie referatu o tychże rekonstrukcjach zgłoszonego w sierpniu roku ubiegłego na VI Międzynarodowy Kongres Historii Nauk Ścisłych w Amsterdamie, które to streszczenie ukazało się w sprawozdaniach z kongresu. W uwagach redakcja „L'Astronomie" zaznacza, iż jest to pierwsza ściśle naukowa rekonstrukcja instrumentarium Kopernika, które zarazem stanowiło instrumentarium astronomiczne całego świata starożytnego.

OBSERWACJE

Obserwacje bolidów

Obserwator: Luska Berta, Kraków, Zyblikiewicza 15/12. — Czas obserwacji: 29. VIII. 1951, godz. 19^h45^m czasu uniwersalnego. — Miejsce obserwacji: O j c ó w.

Punkt zabłyśnięcia: koło gwiazdy η gwiazdozbioru Orła. — Punkt zgaśnięcia: koło gwiazdy δ gwiazdozbioru Orła, może cokolwiek niżej. Czas trwania zjawiska: około 3—4½ sek.

Bolid koloru żółto-zielonkawego był około 4 razy jaśniejszy od widocznego w tym dniu Jowisza; pozostawił krótkotrwałą smugę koloru żółtego, długości jak odstęp gwiazd β do γ gwiazdozbioru Orła. Zdawało mi się, że słyszałam syczenie, jak przy puszczaniu ogni sztucznych. Niebo w tym dniu było jasne i gwiaździste.

Luska Berta

Obserwator: Pokorny Jerzy, Kraków, Kościuszki 66/4. — Data i godzina obserwacji: 29. VIII. 1951, 20^h55^m czasu urzęd. — Miejsce obserwacji: Kraków-Salwator, nad brzegiem Wisły.

Opis zaobserwowanego zjawiska: Na bezchmurnym niebie pomiędzy gwiazdozbiorem Koziorożca i Wodnika rozbłysnął meteor o jasności zbliżonej do jasności Jowisza, barwy błękitno-seledynowej. Poruszając się zupełnie poziomo w kierunku na wschód, rozbłysnął dwukrotnie jak gdyby eksplodując i osiągając w tych momentach jeszcze większą jasność. Po drugim rozbłyśnięciu nieco przygasł, lecz po ułamku sekundy rozjarzył się znów, tym razem w kolorze pomarańczowo-czerwonym, a następnie zgasł, pozostawiając po sobie przez chwilę smugę jak gdyby dymu. Całe to okazałe zjawisko trwało około 2,5 do 3 sekund; meteor przebył drogę ok. 7°.

Jerzy Pokorny

Obserwator: Liszka Ludwik, kand. PTMA, student XI kl. licealnej. Moment: 1951 r. 29. VIII., godz. $20^h45^m40^s$. — Stanowisko obserwacji: Nowy Sącz, Chełmiec 263, mieszkanie obserwatora. — Punkt zabłyśnięcia: w pobliżu delta Aquilae. — Punkt zgaśnięcia: w pobliżu gamma Aquilae.— Czas trwania zjawiska: około 3 sekund. — Jasność: w pierwszych dwóch sekundach jasność Księżyca po pierwszej kwadrze, w ostatniej sekundzie jasność -7^m. — Barwa: z początku oślepiająco biała, przy końcu czerwonawa. — Postać: Meteor miał postać kuli wielkości $^1/_8$ tarczy Księżyca, za nim pozostawały świecące czerwono odłamki; smugi po sobie żadnej nie zostawił; nie towarzyszyły mu żadne zjawiska akustyczne.

Liszka Ludwik

Jest wielce prawdopodobne, że podane powyżej obserwacje odnoszą się do tego samego bolidu; różnicę momentów należałoby w takim razie tłumaczyć błędami wskazań lub odczytań zegarków obserwatorów *(Przyp. Red.)*.

Obserwator: Jan Bruner, Łódź 9, Malwowa 5/3. — Moment: 1951 r. 7 wrzesień, 21^h13^m. — Miejsce obserwacji: Łódź (Julianów). — Czas: 1—1,5 sek. — Jasność: ok. $-2{,}5^m$. — Barwa: złoto-żółta. — Punkt zabłyśnięcia: ok. $\alpha = 2^h12^m$, $\delta = -27°30'$. — Punkt zgaśnięcia: około $\alpha = 2^h35^m$, $\delta = -33°$.

Bolid pozostawił po sobie smugę, która znikła po ok. 1,5 sek.

W ⅓ odległości od punktu zabłyśnięcia miała ona wygląd smugi pyłu koloru żółtego, a w dalszej części, aż do punktu zgaśnięcia, składała się z szeregu większych, silnie świecących plam, koloru złoto-żółtego. Zjawisk głosowych nie obserwowałem. Było pogodnie, powietrze przejrzyste.

Jan Bruner

Z KORESPONDENCJI

Prof. dr E. Stenz przesyła nam apel w sprawie muzeum Kopernika w Toruniu, który podajemy poniżej w pełnym brzmieniu:

Dr Jan Gadomski poruszył w ostatnim (Nr 9—10) zeszycie „Uranii", w postaci listu do Redakcji, ważną i wciąż żywotną sprawę Muzeum Kopernika w Toruniu; sprawę, która — powiedzmy otwarcie — nie przynosi nam chluby. Bo od trzydziestu lat nie możemy się zdobyć na wykupienie z rąk prywatnych małej kamieniczki o 2 oknach frontu, aby w mieście, w którym urodził się nasz wielki astronom, urządzić Muzeum poświęcone jego pamięci i jego wiekopomnemu odkryciu. Sprawę tę rozważano po raz pierwszy w r. 1923, podczas Zjazdu Astronomów Polskich w Toruniu z okazji uroczystości 450-lecia urodzin naszego gwiaździarza, ale skończyło się na projektach. W r. 1929, pisząc w „Uranii" o wycieczce do Fromborku, ponownie poruszyłem sprawę wykupienia domu Kopernika z rąk prywatnych. Od tego czasu minęło przeszło 20 lat, w ciągu których zaszły wielkie zmiany. W Toruniu, po II Wojnie Światowej, powstał Uniwersytet Mikołaja Kopernika z dwiema katedrami astronomii i Obserwatorium. We Fromborku, który powrócił na łono macierzy, władze Polski Ludowej założyły, nie szczędząc wysiłków ani kosztów, Muzeum Kopernika. Nawet w Woli Żelazowej (o której także wspomniałem mimochodem w „Uranii") wykupiono dworek Chopina i obecnie udają się tam liczne wycieczki wielbicieli geniusza tonów.

Jedynie nic się nie zmieniło w domu Nr 17 przy ul. Kopernika w Toruniu. W dalszym ciągu na parterze rezyduje krawiec, a na piętrze znajduje się mieszkanie prywatne. I jedynie skromna tablica z czarnego marmuru wstydliwie przypomina, że w tym oto domu urodził się ten, który „wstrzymał Słońce, ruszył Ziemię".

Czyżby rzeczywiście nie znalazł się nikt, kto by ujął w swe ręce sprawę wykupienia domu Kopernika i urządzenia w nim skromnego choćby Muzeum? Choć nie jestem torunianinem, czuję się nieco zażenowany faktem, że rodzinne miasto Reformatora Astronomii zdobyło się zaledwie na skromny jego pomnik, że jednak nie zdołało uczynić jeszcze jednego kroku, aby mieszkańcom swego starożytnego grodu i jego gościom pokazać w Muzeum dzieła tego badacza i spopularyzować jego naukę. Zadanie takie niewątpliwie spełniłoby skromne nawet Muzeum Kopernika. Pozostając pod opieką miejscowego ośrodka astronomicznego,

stałoby się ono ogniskiem popularyzacji wiedzy astronomicznej, nie tylko w samym Toruniu, ale także w bliższej i dalszej jego okolicy. Jak poważne znaczenie światopoglądowe miałaby ta akcja, nie potrzebuję nawet zaznaczać. Muzeum to powinno znaleźć pomieszczenie w tym właśnie domu Kopernika; tamże mogłoby mieć również swą siedzibę przyszłe Koło Toruńskie P. T. M. A., które Zarząd Centralny niechże jak najprędzej powoła do życia.

Apeluję więc do wszystkich osób, którym leży na sercu sprawa założenia Muzeum Kopernika w Toruniu, a przede wszystkim apeluję do władz Uniwersytetu M. Kopernika, do Prezydium Rady Narodowej miasta Torunia, oraz do odpowiednich władz centralnych w Warszawie, aby porozumiały się ze sobą w celu powołania Komitetu Organizacyjnego Muzeum. Mamy nadzieję, że przy dobrej woli trudności zostaną pokonane i znajdą się na ten cel potrzebne fundusze.

Aby nie poprzestawać na samych słowach, pozwalam sobie wyrazić gotowość ofiarowania Muzeum Kopernikańskiemu w Toruniu, z chwilą jego powstania, egzemplarza „De Revolutionibus..." (wydanie toruńskie z 1873 r.), dzieła L. A. Birkenmajera „Mikołaj Kopernik" (1900) oraz innych książek o Koperniku. Nie wątpię, że i inni ofiarodawcy pośpieszą z darami, aby Muzeum Kopernika mogło jak najprędzej powstać ku upamiętnieniu wspaniałej postaci naszego Toruńczyka i dla spopularyzowania jego systemu Świata wśród najszerszych warstw społeczeństwa.

Edward Stenz

KRONIKA ŻAŁOBNA

Ś. p. FELIKS PRZYPKOWSKI

W ostatnim zeszycie „Uranii" (wrzesień—październik 1951 r.) donosiliśmy naszym Członkom o wielkodusznej ofierze dla naszego Towarzystwa teleskopu i refraktora, wraz z przynależną kopułą, przez Dra F. Przypkowskiego. W uznaniu całokształtu pracy na niwie popularyzacji i miłośnictwa astronomii przez czas ponad pół wieku, Zarząd Główny przyznał hojnemu ofiarodawcy najwyższą, „złotą" honorową odznakę członkowską. Nic wtedy nie zapowiadało, aby dostojny Jubilat, liczący 80 lat pracowitego życia, miał się z nami pożegnać w krótkim czasie, a jednak stało się inaczej. — Zmarł 24. 9. 1951 r. w Jędrzejowie, gdzie pogrzeb Jego był piękną manifestacją tamtejszych mieszkańców na cześć swego wiernego współobywatela, w której Towarzystwo nasze wzięło udział, wysyłając swego prezesa inż. W. Kucharskiego.

Ś. p. dr F. Przypkowski, ur. 22. 5. 1872 r., spędził, poza okresem studiów uniwersyteckich, całe życie w Jędrzejowie, odbywał tam swoją

praktykę lekarską, będąc cenionym i wziętym lekarzem. Tak się już splotło w dziejach astronomii, że zawód lekarski jakby popychał w objęcia tej nauki, która, choć uprawiana ubocznie, zdobywała dla siebie należne stanowisko. — Przykładem niech będzie wielki nasz Kopernik, znany astronom-amator Olbers, u nas J. Jędrzejewicz i żyjący nasz członek dr T. Rakowiecki, autor cenionego, dwutomowego dzieła pt. „Drogi planet i komet".

Ś. p. Zmarły, w czasie studiów lekarskich, natknął się na obszerną Kosmografię Jędrzejewicza, najbardziej wyczerpującą wówczas w języku

Każdy członek P.T.M.A. stwierdza swoją przynależność do rodziny astronomicznej kupując odznakę członków Towarzystwa

polskim pracę z astronomii opisowej i pociągnięty urokiem tej nauki pozostał jej wiernym sługą przez całe swe życie. Specjalnością Jego stała się sztuka mierzenia czasu i zgromadził, a także i sam odtwarzał, najbardziej interesujące okazy zegarów słonecznych wszelkich typów i czasów. Zbiory, oryginalne co do swego charakteru, powiększał stale; stały się one dzisiaj może największym skupiskiem tych płodów ludzkiej wynalazczości i są cenione w kraju i zagranicą.

Uczynny i skromny w życiu codziennym i zawodowym, wytrwały i wierny sługa astronomii przez całe życie, pozyskał ludzką sympatię i uznanie dla swoich umiłowań a oddana Mu ostatnia posługa w dzień Jego pogrzebu była najwymowniejszym tego dowodem.

Zarząd Główny postanowił nazwać otrzymane obserwatorium astronomiczne na domie w Jędrzejowie imieniem Feliksa Przypkowskiego.

OBROTOWE MAPKI

gwiaździstego nieba ułatwiają naukę astronomii oraz rozpoznawanie gwiazdozbiorów

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

na listopad i grudzień 1951 r.

Wszystkie zjawiska podano w czasie środkowo-europejskim,

LISTOPAD:

1. do 5. XI. Około północy, przy zupełnie czystym i czarnym niebie, doszukać się można w gwiazdozbiorze Barana, poniżej głównych jego gwiazd, przeciwświecenia zodiakalnego jako bardzo słabej poświaty (p. *Urania*, nr 1—2, str. 21).

1. do 11. XI. Przed świtem tylko przy wyjątkowej pogodzie dostrzegalne jest na południowo-wschodnim niebie słabe światło zodiakalne jako słup pochylony do horyzontu w stronę prawą.

1. XI. do 10. XII. Obserwować można przez lunetki planetkę Ceres słabnącą już i oddalającą się od Ziemi. Według współrzędnych podanych w tabelach kalendarzyka znajduje się ona w gwiazdozbiorze Wodnika, powyżej gwiazdy Fomalhaut z gwiazdozbioru Ryby Południowej.

1. Pod koniec nocy na wschodnim niebie na lewo ponad Saturnem, świecącym jako gwiazda 1-szej wielkości, widać w odległości pół stopnia (równej średnicy tarczy Księżyca) gwiazdę 3-ciej wielkości „gamma" Panny. W ciągu następnych dni Saturn oddalać się będzie od tej gwiazdy coraz bardziej w lewo w dół. Na prawo wyżej na niebie świeci jasna Wenus, jeszcze wyżej słaby Mars.

3/4. W drugiej części nocy obserwować można zbliżenie Marsa, świecącego jako gwiazdka 2-giej wielk., do gwiazdy 4-tej wielk. „sigma" Lwa, którą dostrzec można w odległości ćwierć stopnia w prawo poniżej Marsa.

3. i 4. Wieczorami dostrzegalne jest światło popielate, uzupełniające sierp Księżyca do pełnej tarczy.

5/6. Z końcem nocy zdarza się koniunkcja planety Wenus, świecącej jako gwiazda minus 4-tej wielk., z gwiazdą plus 4-tej wielk. „beta" Panny, którą znaleźć można w odległości ćwierć stopnia na lewo powyżej Wenus. Obserwacje w ciągu paru poprzednich i następnych ranków wykazują szybki ruch Wenus na tle gwiazdozbiorów.

9. Wieczorem poniżej Księżyca widać Jowisza jako gwiazdę minus 2-giej wielk. Koniunkcja nastąpi rano o 7^h.

10. Księżyc minął Jowisza zostawiając go na prawo.

10. Księżyc zakrywa gwiazdę 5-tej wielk. „delta" w Rybach, która zniknie za ciemnym brzegiem tarczy Księżyca w Poznaniu o godz. 18,54, we Wrocławiu o 18,52, w Toruniu o 18,57, w Krakowie o 18,54, w Warszawie o 18,59. Obserwować przez lunetę.

14. 4^h Wenus znajduje się w największej elongacji zachodniej, w odległości 47^0 na prawo od tarczy Słońca. W lunecie widoczna jest faza jak u Księżyca w kwadrze (p. Wygląd planet w *Uranii*, nr 3—4,

14. do 18. zjawiają się gwiazdy spadające z roju Leonid; najwięcej ich spodziewać się można 16. XI., około 19 gwiazd na godzinę w postaci bardzo szybkich kresek, których przedłużenie wstecz wskazuje na okolicę gwiazdy „dzeta" Lwa, skąd zdają się wszystkie promieniować. W obserwacjach przeszkadzać będzie w tym roku jasny Księżyc.

17/18. Poniżej Marsa znajduje się gwiazda 4-tej wielk. „beta" Panny, którą planeta mija w przeciągu paru dni w odległości półtorej średnicy tarczy Księżyca.

17. do 23. obserwować można gwiazdy spadające z roju Andromedyd, promieniujące z okolic gwiazdy „gamma" Andromedy najobficiej (może 15 gwiązd na godzinę) około 20. XI.

18. Powyżej Księżyca świecą Kastor i Poluks, gwiazdy 1-szej wielkości w gwiazdozbiorze Bliźniąt.
18/19. w drugiej części nocy widać na lewo powyżej Wenus gwiazdę 3-ciej wielk. „gamma" Panny.
20/21. Wenus i Saturn stoją tuż obok siebie, słabszy Saturn na lewo od Wenus. Koniunkcja nastąpi 21. XI. o 11^h w odległości $0^0.6$.
21/22. Księżyc w kwadrze znajduje się poniżej Regulusa, gwiazdy 1-szej wielk. w gwiazdozbiorze Lwa. W ciągu drugiej połowy nocy oddala się od tej gwiazdy w lewo, w kierunku do Marsa i grupy planet Wenus-Saturn.
23. 4^h Słońce wstępuje w znak zodiakalny Strzelca, przebywa jednak od 29. X. w gwiazdozbiorze Wagi i dopiero po przejściu przez gwiazdozbiór Niedźwiadka (23. do 28. XI.) oraz przez gwiazdozbiór Wężownika (28. XI. do 17. XII.) wkracza do gwiazdozbioru Strzelca
23/24. Na lewo od Księżyca z widocznym już światłem popielatym dostrzec można Marsa. Koniunkcja nastąpi 24. XI. o 12^h.
24/25. Mars pozostał na prawo powyżej Księżyca, zaś na lewo od Księżyca świecą Saturn (koniunkcja 25. XI. o 11^h) i jeszcze dalej Wenus (koniunkcja 25. XI. o 19^h).
25/26. nad ranem powyżej Księżyca z jasnym światłem popielatym, które będzie widoczne również następnego ranka, świeci gwiazda 1-szej wielkości Spika (Kłos) w gwiazdozbiorze Panny, wyżej na niebie znaleźć można Wenus, Saturna i Marsa.
28. 14^h Merkury w największej elongacji wschodniej znajduje się w odległości 22^0 na lewo od Słońca. Wieczorami po zachodzie Słońca świeci jednak zbyt nisko nad horyzontem i mimo, że jest zerowej wielkości gwiazdowej, dostrzeżony być może z trudem i tylko przy wyjątkowo czystym niebie w czasie najdalej do 5. XII.
29. 17^h przypada koniunkcja Wenus z Neptunem. Na obszar mapki z drogą Neptuna (p. *Urania* nr 5—6, str. 122) wkracza Wenus 25. XI. i to w dolnym lewym narożniku, przebiega następnie mapkę wzdłuż drogi Neptuna w odległości $\frac{1}{2}^0$ poniżej niej w czasie do 30. XI.
30. 15^h koniunkcja Księżyca z Merkurym, znajdującym się 2^0 na północ
30. Pod koniec nocy obserwować można koniunkcję Wenus ze Spiką,
30. XI. do 19. I. doszukać się można przez lunety planetki Eunomii, poruszającej się w tym czasie na granicy gwiazdozbiorów Bliźniąt i Woźnicy. Współrzędne podane są przy końcu tabel kalendarzyka.

GRUDZIEŃ:

1/2. W drugiej połowie nocy na prawo poniżej Marsa widać gwiazdę 4-tej wielk. „eta" Panny w odległości ⅓ stopnia.
1. do 3. wieczorami świeci Księżyc z dobrze widocznym światłem popielatym.
6/7. wieczorem na lewo poniżej Księżyca znajduje się Jowisz koniunkcja nastąpi 7. XII. o 11^h.
7. Nieliczne plamy na Słońcu w swoim ruchu po tarczy, ze wschodu na zachód (z lewej ku prawej) trwającym około 2 tygodnie zakreślają obecnie cięciwy proste. Drugi raz w roku zdarza się to około 6. VI. W międzyczasie drogi plam na tarczy Słońca są mniej lub więcej wygiętymi łukami ku górze (najsilniej około 6. III.) lub ku dołowi (najbardziej 8. IX.).
7. Wieczorem Jowisz po koniunkcji z Księżycem świeci poniżej na prawo od Księżyca.
9/10. W drugiej części nocy na lewo powyżej Marsa, świecącego jako gwiazda $1\frac{1}{2}$ wielk., widać gwiazdę 3-ciej wielk. „gamma" Panny.

9. do 12. z okolic Kastora („alfa" Bliźniąt) promieniują gwiazdy spadające z roju Geminid. Spodziewane maksimum z ilością około 12 zjawisk na godzinę przypada 12. XII. Księżyc przeszkadza w obserwacjach w pierwszej części nocy.

10. Wieczorem przez lunetki obserwować można zniknięcie gwiazdy podwójnej 5-tej wielk. „epsilon" Barana za ciemnym brzegiem Księżyca w Poznaniu o godz. 17,09, we Wrocławiu o 17,06, w Toruniu o 17,10, w Krakowie o 17,05, w Warszawie o 17,09.

15/16. Powyżej na lewo od Księżyca widać Kastora i Poluksa.

16/17. Kastor i Poluks powyżej Księżyca, lecz na prawo od niego.

17. 4^h Merkury znajduje się w dolnej koniunkcji ze Słońcem. W przestrzeni przebywa on blisko linii łączącej Ziemię ze Słońcem w odległości 0.677 jednostki astronomicznej od Ziemi (jednostka astr. jest to średnia odległość Ziemi od Słońca).

18/19. Późnym wieczorem po wschodzie Księżyca widać na lewo od niego gwiazdę 1-szej wielkości Regulusa (alfa Lwa). W ciągu nocy Księżyc zbliża się do Regulusa i nad ranem mija go tuż poniżej. Bliżej wschodniego horyzontu w odległości około 45 stopni od Księżyca świeci para planet Saturn-Mars z gwiazdą stałą Spiką, jeszcze bliżej horyzontu jasna gwiazda poranna Wenus.

19/20. Największe zbliżenie Marsa do Saturna widoczne jest w drugiej części nocy. Czerwony Mars jako gwiazda $1\frac{1}{2}$ wielk. znajduje się poniżej Saturna, świecącego jako żółta gwiazda 1-szej wielkości. Koniunkcja miała miejsce 19. XII. o 14^h.

22. 17^h Słońce wstępuje w znak zodiakalny Koziorożca, znajduje się w stanowisku zimowym osiągając najbardziej południową deklinację. Moment ten uważa się za początek zimy astronomicznej. Słońce w rzeczywistości przebywa od 17. XII. jeszcze w gwiazdozbiorze Strzelca, z którego dopiero 18. I. przejdzie do gwiazdozbioru Koziorożca.

22/23. W pobliżu Księżyca z dostrzegalnym już światłem popielatym znajdują się 3 planety i gwiazda 1-szej wielk. Spika (Kłos Panny). Powyżej Księżyca widać Saturna (koniunkcja z Księżycem zaszła o 0^h), na lewo powyżej Księżyca jest Mars (koniunkcja o 4^h rano), zaś poniżej na lewo świeci Spika, dalej zaś w tym kierunku Wenus.

24/25. Wenus widoczna jest na lewo od Księżyca z dobrze znaczącym się światłem popielatym. Koniunkcja nastąpi 25. XII. o 15^h.

25/26. W drugiej części nocy tuż przy Marsie znaleźć można gwiazdę $4\frac{1}{2}$ wielk. „teta" Panny, zaznaczoną również na mapce z drogą Neptuna (p. *Urania*, nr 5—6, str. 122). Przez obszar tej mapki przechodzi Mars od 22. XII., wkraczając na nią nieco powyżej lewego dolnego narożnika. Biegnie potem dość jednostajnie po linii prostej tuż poniżej drogi Neptuna i opuszcza obszar mapki 3. I. 1952 r. Mars w lunecie wykazuje maleńką, z powodu fazy nieokrągłą tarczę, na której widać jasną plamkę przybiegunową (p. Wygląd planet w *Uranii*, nr 3—4, str. 77). Tarcza ta w następnych miesiącach zwiększać się będzie z powodu zbliżania się Marsa do Ziemi aż do chwili opozycji Marsa, która nastąpi 1. V. 1952 r.

25/26. Na lewo od Księżyca z bardzo jasnym światłem popielatym na tle zorzy porannej z trudem doszukać się można Merkurego, jako gwiazdy 1-szej wielk. Koniunkcja nastąpi 27. XII. o 7^h.
Merkury jaśnieje z dnia na dzień i może być lepiej obserwowany później najdalej do 10. I. 1952 r.

28. 4^h Jowisz znajduje się w kwadraturze ze Słońcem i świeci wieczorami jako najjaśniejsza gwiazda nieba wieczornego.

Minima Algola (obserwować przez 4 godziny przed i po podanych momentach):

Listopad: $3^d\ 19^h.8$; $6^d\ 16^h.7$; $15^d\ 7^h.1$; $18^d\ 3^h.9$; $20^d\ 24^h.7$; $23^d\ 21^h.5$. $26^d\ 18^h.4$.

Grudzień: $8^d\ 5^h.6$; $11^d\ 2^h.4$; $13^d\ 23^h.3$; $16^d\ 20^h.1$; $31^d\ 4^h.2$.

Minima główne Beta Lyrae (zmiany blasku trwają przez kilka nocy):

Listopad: $11^d\ 16^h$; $24^d\ 14^h$. *Grudzień:* $7^d\ 13^h$; $20^d\ 11^h$.

Maksimum zmiennej długookresowej (obserwować przez cały listopad i grudzień): 28. XI. „chi" Cygni Rekt. $19^h\ 48^m$, Dekl. $32^0.8$. 4^m. $P=413^d$.

Zjawiska w układzie satelitów Jowisza:

○ — satelita niewidoczny, gdyż znajduje się na tle tarczy Jowisza.
● — „ „ „ zasłonięty jest przez tarczę Jowisza lub jest zaćmiony przez jego cień.
c — cień satelity jako ciemna plamka przechodzi poprzez tarczę Jowisza.
pz — początek zaćmienia czyli moment zniknięcia satelity.
kz — koniec zaćmienia czyli moment ukazania się satelity na prawo od tarczy Jowisza (w lunecie odwracającej obrazy).

Listopad:

d	h m	h m	
1	17.00	–19.37 ○	II
„	18.28	–21.06 c	II
2	od 24.53	○	I
„	od 25.39	c	I
3	22.13	–25.12 ● kz	I
4	19.20	21.32 ○	I
„	20.08	–22.20 c	I
5	16.39	–19.41 ● kz	I
6	do 16 48	c	I
„	do 24.14	●	II
7	22.27	–24.59 ○	III
„	od 25.55	c	III
8	19.20	–21.57 ○	II
„	21.06	23.42 c	II
10	do 17.53	● kz	II
„	od 24.00	●	I
11	16.07	pz	III
„	18.43	kz	III
„	21.07	–23.19 ○	I
„	22 03	–24.15 c	I
12	18.27	–21.36 ● kz	I
13	do 17.46	○	I
„	16.32	–18.44 c	I
14	do 16.05	● kz	I
15	22.41	–24.19 ○	II
„	od 23 43	c	II
17	do 20.31	● kz	II
18	15.52	– 18.30 ●	III
„	20.09	pz	III
„	22.44	kz	III
„	22,56	–25.08 ○	I
18	od 23.59	c	I
19	20.15	–23.32 ● kz	I
20	17.23	–19.35 ○	I
„	18.28	– 20.39 c	I
21	do 18.01	● kc	I
22	od 24.06	○	II
24	18.12	–23.09 ● kz	II
25	19.28	–22.08 ●	III
„	od 24.11	● pz	III
,	od 24.46	○	I
26	do 15.56	○	II
„	do 18.13	c	II
,	od 22.05	●	I
27	19.13	–21.25 ○	I
„	20.23	–22.35 c	I
28	16.33	– 19.56 ● kz	I
29	do 15.53	○	I
„	do 16.36	c	III
„	do 17.04	c	I

Grudzień:

1	od 20,40	●	II
2	od 23.10	●	III
3	15.46	–18.24 ○	II
„	18.15	–20.50 c	II
„	od 23.56	●	I
4	21.05	–23.17 ○	I
„	22.19	–24.31 c	I
5	18.24	–21.51 ● kz	I
6	do 17.45	○	I
„	16.48	–19.00 c	I
„	18,07	–20.38 c	III
7	do 16.20	● kz	I
8	od 23.10	●	II
10	18.17	–20.55 ○	II
10	20.52	–23.26 c	II
11	od 22 57	○	I
12	do 17.44	● kz	II
„	20.16	–23.47 ● kz	I
13	16.45	–19.28 ○	III
„	17.26	– 19.38 ○	I
„	18.44	–20.55 c	I
„	od 22.10	c	III
14	do 18.16	● kz	I
17	20.49	– 23.27 ○	II
19	od 22.10	●	I
„	do 20.22	● kz	II
20	19.20	– 21.32 ○	I
„	20.40	–22.51 c	I
„	20.40	23.23 ○	III
21	16.39	–20.11 ● kz	I
22	do 16.01	○	I
„	do 17.20	c	I
24	16.22	pz	III
„	18.53	kz	III
26	17.37	–23.01 ● kz	II
27	od 21.15	)	I
„	od 22.36	c	I
28	do 17.57	c	II
,	18.34	–22.07 ● kz	I
29	15.44	–17.57 ○	I
„	17.05	–19.16 c	I
30	do 16.36	● kz	I
31	do 17.36	●	III
„	20.25	pz	III
„	22.55	kz	III

SŁOŃCE 1951

Listopad

Data	1^h czasu środ.-europ. Rekt.	Deklin.	Czas prawdziwy mniej czas średni	W Warszawie (czas śr.-eur.) wsch.	zach.
	h m	° ′	m	h m	h m
7.	14 45.2	— 15 59	+16·3	6 41	15 58
17.	15 25.8	— 18 44	+15·2	6 59	15 43
27.	16 07.7	— 20 56	+12·7	7 15	15 31

Grudzień

Data	1^h czasu środ.-europ. Rekt.	Dekl.	Czas prawdziwy mniej czas średni	W Warszawie (czas śr.-eur.) wsch.	zach.
	h m	° ′	m	h m	h m
7.	16 50·9	— 22 30	+ 9·0	7 29	15 25
17.	17 34·9	— 23 19	+ 4·4	7 40	15 24
27.	18 19·2	— 23 22	— 0·6	7 45	15 29

XII. ^{d} 22 ^{h} 17 początek zimy astronomicznej.,

W innych miejscowościach wschody i zachody Słońca zdarzają się wcześniej lub później, jak to wynika z poniższej tabelki.

Miasto	7. XI. 1951 wsch.	zach.	17. XI. 1951 wsch.	zach.	7. XII. 1951 wsch.	zach.	27. XII. 1951 wsch.	zach.
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
Szczecin	7 10	16 20	7 29	16 04	8 02	15 44	8 18	15 48
Poznań	6 57	16 14	7 15	15 58	7 46	15 40	8 02	15 44
Wrocław	6 53	16 18	7 10	16 03	7 40	15 46	7 56	15 50
Gdynia	6 58	16 00	7 17	15 44	7 52	15 22	8 08	15 26
Kraków	6 38	16 09	6 54	15 55	7 23	15 39	7 38	15 44
Białystok	6 34	15 46	6 53	15 30	7 25	15 11	7 41	15 15

KSIĘŻYC 1951

Listopad

Data	1^h czasu środ.-europ. Rekt.	Dekl.	W Warszawie (czas śr.-eur.) wsch.	zach.
	h m	°	h m	h m
1.	15 33	— 24·3	9 24	16 29
3.	17 42	— 28·2	11 55	18 25
5.	19 50	— 24·6	13 12	21 18
7.	21 43	— 15·1	13 48	24 12
9.	23 22	— 2·9	14 10	1 34
11.	0 56	+ 9·4	14 33	4 13
13.	2 33	+ 19·8	15 05	6 53
15.	4 17	+ 26·4	16 04	9 22
17.	6 06	+ 29·0	17 50	11 10
19.	7 50	+ 24·4	20 11	12 10
21.	9 26	+ 16·7	22 39	12 42
23.	10 56	+ 6·1	25 10	13 04
25.	12 28	— 5·9	2 28	13 25
27.	14 09	— 17·7	5 19	13 57
29.	16 10	— 26·1	8 22	15 05

Grudzień

Data	1^h czasu środ.-europ. Rekt.	Dekl.	W Warszawie (czas śr.-eur.) wsch.	zach.
	h m	°	h m	h m
1.	18 24	— 27·6	10 35	17 27
3.	20 32	— 21·4	11 35	20 32
5.	22 21	— 10·4	12 07	23 23
7.	23 58	+ 2·2	12 29	0 44
9.	1 32	+ 13·8	12 54	3 20
11.	3 10	+ 22·8	13 32	5 56
13.	4 56	+ 27·6	14 46	8 14
15.	6 44	+ 27·1	16 46	9 45
17.	8 25	+ 21·8	19 12	10 33
19.	9 58	+ 13·0	21 38	11 00
21.	11 26	+ 2·0	24 06	11 20
23.	12 56	— 9·9	1 24	11 43
25.	14 40	— 20·7	4 15	12 19
27.	16 45	— 27·4	7 11	13 42
29.	19 02	— 26·5	9 06	16 25
31.	21 08	— 18·1	9 58	19 36

Najdalej Ziemi: 18. XI. 14^h i 16. XII. 4^h Najbliżej: 2. XI. 14^h; 30. XI. 14^h i 28. XII. 24^h

Fazy:	Pierwsza kwadra	Pełnia	Ostatnia kwadra	Nów
Listopad	6^d 7^h 59^m	13^d 16^h 52^m	21^d 21^h 1^m	29^d 2^h 0^m
Grudzień	5 17 20	13 10 30	21 15 37	28 12 43

PLANETY

MERKURY

Data 1951	1h czasu środ.-europ. Rekt.	Dekl.	W Warszawie czas środ.-eur. wsch.	zach.
	h m	°	h m	h m
XI. 7.	15 42	— 21·4	8 16	16 20
17.	16 43	— 24·7	9 00	16 19
27.	17 40	— 25·8	9 24	16 26
XII. 7.	18 10	— 24·6	9 04	16 25
17.	17 37	— 21·5	7 27	15 31
27.	17 01	— 19·7	6 03	14 31

17. XII. jest w dolnej konjunkcji ze Słońcem. Widoczny w bardzo niekorzystnych warunkach z pocz. XII. wieczorami i nieco lepiej z końcem roku nad ranem.

WENUS

1h czasu środ.-europ. Rekt.	Dekl.	W Warszawie czas środ.-eur. wsch.	zach.
h m	°	h m	h m
11 51	+ 1·5	2 13	14 35
12 29	— 1·6	2 28	14 18
13 09	— 5·2	2 47	14 00
13 51	— 8·9	3 10	13 43
14 35	— 12·5	3 35	13 28
15 21	— 15·9	4 00	13 16

Jest wspaniałą gwiazdą poranną, świecącą w drugiej części nocy także na ciemnym nocnym niebie.

MARS

XI. 7.	11 25	+ 5·4	1 28	14 30
17.	11 47	+ 3·1	1 22	14 00
27.	12 08	+ 0·9	1 16	13 30
XII. 7.	12 29	— 1·3	1 08	13 01
17.	12 49	— 3·4	0 59	12 31
27.	13 09	— 5·5	0 47	12 01

Widoczny w drugiej części nocy. Jaśnieje z dnia na dzień, z końcem roku jest gwiazdą 1-szej wielk. 19. XII. jest w bliskiej konjunkcji z Saturnem. Zbliża się do Ziemi i znajdzie się w opozycji ze Słońcem 1. V. 1952 r.

JOWISZ

X. 28.	0 25	+ 0·9	15 26	3 47
XI. 17.	0 19	+ 0·4	14 05	2 20
XII. 7.	0 18	+ 0·4	12 45	1 01
„ 27.	0 22	+ 1·0	11 28	23 46

Widoczny w pierwszej części nocy jako najjaśniejsza gwiazda nieba wieczornego.

SATURN

12 36	— 1·5	3 52	15 45
12 44	— 2·4	2 47	14 29
12 51	— 3·0	1 38	13 14
12 56	— 3·4	0 26	11 58

Widoczny w drugiej części nocy jako gwiazda 1-szej wielkości.

URAN

XI. 17.	7 00	+ 23·1	18 29	11 10
XII. 27.	6 54	+ 23·3	15 48	8 29

Wschodzi późnym wieczorem, Przez lornetki widoczny do rana.

NEPTUN

13 18	— 6·5	3 39	14 41
13 22	— 6·9	1 07	12 06

Widoczny nad ranem przez lunetki.

CERES

Planetka nr. 1: jasność 8^m

X. 21.	22 39·8	— 23 21	XI. 10.	22 40·8	— 21 47	XI. 30.	22 50·1	— 19 29
31.	22 39·1	— 22 40	20.	22 44·5	— 20 42	XII. 10.	22 57·3	— 18 09

EUNOMIA

Planetka nr 15: jasność 8^m

XI. 30.	6 52.4	+ 3128	XII. 20.	6 32.9	+ 30.25	I. 9	6 10.1	+ 2839
XII. 10.	6 43.9	+ 3102	30.	6 21.1	+ 29.37	19	6 01.4	+ 2736

Errata: *Urania* Nr 9—19, str. 195, w. 18-ty od dołu powinien brzmieć: „ście temperatury prążki te zaczynają słabnąć wskutek jonizacji".

Na Fundusz Budowy Ludowego Obserwatorium w sierpniu i wrześniu br. wpłacili:

Jan Mayer, Szczecin zł 20, Władysław Gondek, Nowy Sącz zł 5, Edward Warszewski, Rypin zł 9,50, Henryk Sułkowski, Makowice zł 20.

Na Fundusz „Uranii w sierpniu i wrześniu wpłacili:

Czesław Aszkowski, Solec zł 2,50, Inż. Wiktor Mazur, Łódź zł 6,50, Zygmunt Wójcik, Zakopane zł 8, Władysław Gondek, Nowy Sącz zł 50, Stanisław Skibiński, Wrocław zł 1,70.

OD ADMINISTRACJI „URANII"

Piękny rozwój naszego Towarzystwa zobowiązuje i „Uranię", aby nawiązywała coraz ściślejszy kontakt z ogółem zrzeszonych członków przez częste swe ukazywanie się. Z dużym zadowoleniem podnieść należy stałe zwiększanie się Kół młodzieżowych przy szkołach licealnych, skupiających w sobie naszych członków-kandydatów, uczniów niepełnoletnich. Głównie ze względu na nich powziął Zarząd Główny P. T. M. A. uchwałę, że poczynając od 1 stycznia 1952 r. „Urania" ukazywać się będzie jako miesięcznik, wydawany w terminie dotychczasowym, tj. 25-go dnia każdego miesiąca. Miesięcznik będzie dostarczany wszystkim członkom, jak to jest dotychczas, tj. bezpłatnie, przy niezaleganiu z bieżącą składką członkowską. Dotychczas czytelnicy nasi otrzymywali rocznie 18 arkuszy druku (6 × 3 arkusze), od 1 stycznia 1952 r. otrzymywać będą 24 arkusze druku, podzielone na 12 zeszytów, każdy objętości 2-ch arkuszy druku. Uchwała Zarządu Głównego musi być jeszcze zatwierdzona przez organy państwowej administracji papierem drukowym.

Składka członkowska wynosić będzie w 1952 r. 16 zł, natomiast wpisowe pozostaje w wysokości 1,50 zł jednorazowo. Członkowie-kandydaci opłacają połowę składki członka zwyczajnego, oprócz wpisowego, i wszyscy otrzymają „Uranię" bezpłatnie. Jest planowane wydanie osobnego dodatkowego zeszytu „Uranii", zawierającego kalendarzyk zdarzeń i zjawisk astronomicznych na cały rok 1952 z góry. Cena jego wyniesie prawdopodobnie około 5 zł.

Redaktor: STEFAN PIOTROWSKI
Komitet redakcyjny: JAN GADOMSKI, JANUSZ PAGACZEWSKI, WŁADYSŁAW TĘCZA.
Adres Zarządu Głównego P. T. M. A. oraz Redakcji i Administracji URANII: Kraków, św. Tomasza 30/8 . — Tel. 538-92.
Biuro czynne codziennie, z wyjątkiem niedziel i świąt, w godzinach 10 — 13 i 16 — 19, w soboty 10 — 13.
Konto Zarządu Gł. P. T. M. A.: PKO IV-5227/113.
Prenumerata *„Uranii"* na rok 1951 — 16 zł (z przes.); cena zeszytu 2.85 zł.

Drukarnia Związkowa, Kraków, ul. Mikołajska 13

Nr zam. 4044 — 17. 9. 51. — Nakład 2.500. — Form. 61 × 86. — Obj. 3 ark. Rodz. pap. V kl. 70 gr. — Nr kontr. 6. 10. 1951. — M-2-21949 — Druk. ukończono 11. 10. 1951 r.

E. 775/52

Contents

ARTICLES

Józef Witkowski: The copernican reform.

W. Iwanowska: Radio Astronomy.

A. Strzałkowski: What are telling us lines in stellar spectra.

CHRONICLE

Discovery of a new comet (1951 i). — A „to soon" discovery of a comet. — Nova in Aquila. — Bredichin prices awarded. — 50 years anniversary of the Engelhardt Observatory. — The conference on stellar spectroscopy. — Proper motions of sub-dwarfs. — The reconstruction of copernican instruments.

OBSERVATIONS

B. Luska, J. Pokorny, L. Liszka, J. Bruner: Observations of bolids.

CORESPONDENCE

OBITUARY NOTICE

ASTRONOMICAL CALENDAR

Содержание

СТАТЬИ

Иосиф Витковский: Реформа Коперника.

В. Ивановская: Радиоастрономия.

А. Стржалковский: Что нам говорят спектральные линии звезд.

ХРОНИКА

Открытие новой кометы (1951i). — „Преждевременное" открытие кометы. — Новая звезда в созвездии Орла. — Присуждение наград им. Ф. А. Бредихина. — 50-летие Обсерватории им. Энгельгардта. — Конференция по делу спектроскопии звезд. — Собственные движения субкарликов. — Реконструкция инструментария Н. Коперника.

НАБЛЮДЕНИЯ

Л. Берта, Ю. Покорный, Л. Лишка, И. Брунер: Наблюдения болидов.

ИЗ КОРЕСПОНДЕНЦИИ

НЕКРОЛОГИ

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

DO WIADOMOSCI CZŁONKÓW P.T.M.A.

Składka członkowska w 1951 r. wynosi 12 zł rocznie, dla nowo wstępujących obowiązuje jednorazowo wpisowe w wysokości 1 zł 50 gr. Składka członków-kandydatów wynosi, oprócz wpisowego, 6 zł za rok szkolny, liczony od września b. r. do końca sierpnia roku następnego.

Pojedynczy zeszyt „Uranii' kosztuje 2,85 zł. Roczna prenumerata „Uranii" wynosi 16 zł.

Członkowie P. T. M. A., łącznie z członkami Kół Młodzieży, opłacający regularnie z góry bieżące składki, otrzymują „Uranię" bezpłatnie.

Wszyscy członkowie Towarzystwa mogą nabywać odznakę emaliowaną w artystycznym wykonaniu, w cenie 18 zł za sztukę, a nadto 3 zł na koszta przesyłki pocztowej. Należność należy przesłać z góry czekiem P. K. O. konto IV-6129 P. T. M. A. Fundusz Budowy Ludowego Obserwatorium.

W Zarządzie Głównym można otrzymać nowe

OBROTOWE MAPKI

nieba gwiaździstego w cenie 9 zł za sztukę oraz 3 zł na koszta przesyłki. Szkoły zamawiające na raz ponad 10 sztuk mapek nie ponoszą kosztów przesyłki. Mapki te ułatwiają rozpoznawanie gwiazdozbiorów w ciągu całego roku.

Ludowe Obserwatorium Astronomiczne w Krakowie urządza każdego pogodnego i bezchmurnego wieczoru na wzgórzu wawelskim (dojście od pl. Bernardyńskiego), z wyłączeniem niedziel i świąt,

POKAZY NIEBA

na razie od godz. 18 do 21, później od godz. 17 do 20.

Wstęp dla wszystkich członków P. T. M. A., bez względu na miejsce zamieszkania, **bezpłatny**. Wprowadzeni goście opłacają datek w wysokości 1 zł na Fundusz Budowy Ludowego Obserwatorium.